

**УНИВЕРЗИТЕТ „ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ“ - ШТИП  
ЗЕМЈОДЕЛСКИ ФАКУЛТЕТ**

## **АГРОЕКОЛОГИЈА**

### **ИНТЕРНА СКРИПТА ОД ПРЕДАВАЊА**

**Проф. д-р Лилјана Колева-Гудева  
Проф. д-р Љупчо Михајлов  
Асс. м-р Фиданка Трајкова**

*2012 година*

## Содржина

1. Вовед .....	5
1.1 Поделба на екологијата.....	6
2. Основни поими во екологијата .....	8
2.1 Поим и предмет на изучување на екологијата .....	8
2.3 Животна средина.....	9
2.4 Биотоп .....	10
2.5 Организам како елементарен систем на живот .....	11
2.6 Популација .....	13
2.7 Биоценоза .....	13
2.8 Сукцесија.....	14
2.9 Екосистем.....	14
2.9.1 Структурни елементи на екосистемите.....	16
2.9.2 Функционални групи на живите организми во екосистемот .....	16
2.9.3 Типови на синџири на исхрана .....	17
2.9.4 Абиотска компонента на екосистемот .....	21
2.10 Биосфера - организираност и функционирање.....	22
2.10.1. Кружење на материите во биосферата.....	24
2.10.2. Протек на енергијата во биосферата .....	29
3. Екологија на антропогените системи .....	31
3.1 Земјоделски површини .....	31
3.2 Урбани подрачја - градови .....	31
3.3 Основни принципи на функционирање на антропогените екосистеми.....	35
3.4 Земјоделски произведен простор (агросфера) .....	40
3. Елементи на земјоделскиот произведен простор (агросферата).....	42
3.1. Агробиотоп (земјоделско станиште) .....	42
3.2. Агробеоценоза (земјоделска животна заедница) .....	43

3.3. Агроекосистем (земјоделски еколошки систем).....	46
4. Главни карактеристики на растителното земјоделско производство.....	51
5. Еколошките фактори во земјоделското производство.....	53
5.1. Човекот како агроеколошки фактор.....	56
5.2. Плевелите, штетиниците и причинителите на болести како агроеколошки фактор.....	57
6. Закони на дејствувањето на еколошките фактори.....	58
7. Влијание на еколошките фактори врз продуктивноста на агроекосистемите.....	58
7.1. Влијаните на абиотичките фактори.....	59
7.2. Влијание на биотските фактори.....	60
8. Светилината како агроеколошки фактор.....	62
8.1. Мерки за рационално искористување на сончевата светлина.....	62
9. Животната средина како стрес.....	67
9.1. Физиологија на стресот кај растенијата.....	67
9.2. Што предизвикува стрес?.....	70
9.3. Специфични и неспецифични реакции на стрес.....	71
10. Надворешната светлина како стрес фактор.....	72
10.1. Стрес од силна светлина.....	72
11. Надворешната температура како стрес фактор.....	74
11.1. Влијанието на ниските температури и борба против нив.....	76
11.2. Фактори од кои зависи отпорноста на растенијата кон ниските температури... ..	77
11.3. Мерки за борба против ниски температури.....	78
11.4. Влијание на високите температури.....	80
12. Стрес предизвикан од водата како агроеколошки фактор.....	82
12.1. Поим за суша.....	82
11.2 Отпорност на растенијата кон суша.....	83
12.3. Поделбата на растенијата според односот кон водата.....	84
12.4 Мерки за поефикасно искористување на водата.....	86
12.5 Мерки за подобрување на капацитетот на достапна влага во почвата.....	87

12.6 Мерки за акумулирање на влага во почвата .....	87
12.7 Мерки за намалување на непродуктивните загуби на влага во почвата .....	88
13. Отпорност на растенијата кон соли.....	89
14. Растителна имунологија – отпорност на патогени и штетници .....	91
15. Загадување и заштита на животната средна.....	94
15. 1 Загадување и заштита на воздухот .....	95
15.1.1 Штетни материји во атмосферскиот воздух за живите организми и биосферата како целина .....	95
15.1.2 Загадување и заштита на воздухот .....	98
15.1.3 Класификација на загадувачите на воздухот .....	100
15.1.4 Извори на загадување на воздухот со потекло од земјоделски активности и практики.....	102
15. 2 Загадување и заштита на водите .....	103
15.2.1 Значење и својства па водата .....	103
15.2.2 Поим, вид и начин на загадување .....	105
15.2.3 Извори на загадување на површинските води.....	107
15.2.4 Последици од загадување на водите.....	112
15.2.5 Извори на загадување на воздухот со потекло од земјоделски активности и практики.....	121
15. 3 Загадување и заштита на почвите .....	123
15.3.1 Деструкција на почвата .....	123
15.4 Деградација на пределот и биодиверзитетот (вклучително и стаништата) .....	144
16. Агроекологија - одржливо земјоделство - органско земјоделство.....	146
Литература: .....	152

## 1. Вовед

Екологијата е млада научна дисциплина. Името екологија го воведува германскиот биолог Ернест Хекел (Ernest Haeckel) во 1869 година, а доаѓа од грчките зборови „оикос“, што значи дом, живеалиште, средина и „логос“, што значи наука. Но, сознанијата за улогата на надворешната средина врз живите организми датираат многу одамна. Во почетокот на XIX век Александар Хумболт (основач на фитогеографијата) настојува да и даде одредени закониitosti на распространетоста на растенијата зависно од надворешните услови (фактори), во прв ред, од климата. Посебно место, секако, има Чарлс Дарвин, чие капитално дело „Потекло на видовите“ (1859) претставува вистинска револуција во биологијата, а посебно во толкувањето за влијанието на надворешните услови во еволуцијата на живите организми, иако не го спомнува зборот „екологија“. Многу автори, со право, го сметаат за основач на екологијата. Но, и покрај овие претходни сознанија, екологијата, како одредена гранка од биологијата, е релативно млада дисциплина. Дури во XX век се развиваат одделни домени од проучувањата што ги опфаќа таа дисциплина.

Екологијата е биолошка дисциплина, што значи дека таа претставува дел од биолошките науки. Затоа екологијата има тесни врски со другите биолошки дисциплини. Како и секоја научна дисциплина, така и екологијата има свој предмет на проучување, што и дава специфичност во однос на другите биолошки науки.

Накучо дефинирано, во принцип, предметот на екологијата е проучување на односите на живите организми со надворешната средина. Ако се има предвид дека основниот фактор на животот се манифестира преку размена на материите и проток на енергијата меѓу живите организми и надворешната средина (неживата природа), што настанува преку биохемиските процеси во живата материја, екологијата е базична дисциплина која настојува да ги објасни законитостите што ги условуваат тие процеси.

Имајќи предвид дека условите на надворешната средина спаѓаат меѓу основните фактори за животот и развитокот на живите организми, екологијата има тесни врски со научните дисциплини кои што ги поручуваат тие услови-метеорологијата, климатологијата, педологијата, агрохемијата и сл.

Човековите активнисти во дејствувањето врз надворешната средина доведуваат до големи квантитативни и квалитативни промени во условите на надворешната средина. Промените во условите на надворешната средина предизвикуваат промени во условите за живот на живите организми и на нивните заедници, па и промени на самите организми. Затоа екологијата, проучувајќи ги односите на живите организми со надворешната средина, ги проучува и влијанијата на промените во надворешната средина врз живите организми и нивните заедници. Имајќи го ова предвид, екологијата е значајна дисциплина за земјоделството, шумарството и др. Едноставно, еколошките сознанија овозможуваат правилно насочување на правците на дејствување на животната средина, што доведува до запазување на урамнотежените односи во неа и подобрување на нејзиниот продуктивитет. Неконтролирани и неправилно насочени дејства во животната средина (загадувања и други нарушувања на воздухот, водата, почвата и сл.) предизвикуваат осетливи влошувања за животот свет, воопшто, а за човекот посебно. Затоа, екологијата, покрај дургите, е примарна дисциплина што може да придонесе за изнаоѓање мерки за запазување на човековата средина.

### **1.1 Поделба на екологијата**

Екологијата може да се подели по неколку принципи. Екологијата обично се дели на **автоекологија** (идиоекологија) и **синеекологија**. **Автоекологијата** ги проучува односите на одделни видови организми (растенија или животни) со надворешната средина, додека **синеекологијата** ги проучува тие односи на цели групи или животни заедници (биоценоза, односно агробиоценоза). **Синеекологијата** уште се вика и екологија на екосистемите (агроекосистеми).

Покрај оваа поделба, може да се врши поделба и според видот и карактерот на надворешната средина. Врз таа основа екологија се дели на:

- екологија на водните средини (екологија на слатки води и екологија на солени води);
- екологија на копното (копнени амбиенти).

Еколошки проучувања може да се вршат посебно за растенија, посебно за животни. Во таа смисла таа може да биде:

- фитоекологија (растителна екологија) и

- зооекологија.

Фитоекологијата, понатаму, се дели на земјоделска екологија (агроекологија), шумарска екологија и др.

Во таа смисла во агроекологијата се опфаќа екологијата на одделни видови растенија и животни, но, исто така, се опфаќаат испитувања и од доменот на проучувања на агробиценозите и агроекосистемите.

**Научната дисциплина што се занимава со проучувањата на надворешната средина во земјоделството е наречена агроекологија или земјоделска екологија. Со други зборови, агроекологијага е екологија на земјоделскиот произведен простор.**

**Агроекологијата (земјоделска екологија)** како посебна научна дисциплина првпат е воведена во 1920 година, иако еколошки проучувања, заедно со проучувања од другите научни дисциплини во земјоделството, се вршени поодамна. Темелите на агроекологијата ги поставува Аци (Асси, 1952), 1920 година. По неговата заслуга во 1921 година е основана катедра ио агроекологија на Земјоделскиот факултет во Перуџа, Италија. Аци во 1924 година на тој факултет почнал да предава агроекологија како посебна наставна дисциплина (предмет).

Според Аци, агроекологијата е научна дисциплина што се занимава со проучување иа физичките карактеристики на надворешната средина, т. е. стаништето (климата, почвата и сл.). по однос на нивното влнјание врз развитокот иа културните растенија и по однос на приносот од тие културни растенија, од гледна точка на висината и квалитетот на приносот. Истражувањата на Аци се од непроценлива вредност врз кои се базира и неговото учење во агроекологијата.

По смисла на напред изнесеното, агроеколошките проучувања имаат како фундаментално значење, врз кои се надоврзуваат другите (практични) дисциплини (плодоред, обработка иа почвата, мелиорации, реонирање и сл.), така и практично значење, зашто даваат и директни решенија за некои мерки во земјоделството.

Агроекологијата има свои специфичности во однос на другите природни еколошки системи, заради тоа што живите организми (културни растенија и домашните животни) што се користат во земјоделството и факторите на надворешната средина (обработка на почвата, ѓубрење, наводнување,

плодород и сл.) се под силно влијание на човекот. Без влијание на човекот во земјоделското производство не може да се одвиваат односите меѓу живите организми (културни растенија, домашни животни), т. е. агробиоценозата и надворешната средина, т. е. агробиотопот (клима, почва, релјеф и сл.). А, кога тие односи не може да се одвиваат, живите организми (културни растенија и домашни животни) не можат да опстанат.

Човекот во земјоделството активно дејствува врз факторите на надворешната средина и на тој начин ја менува првобитната состојба на тие фактори. Со тоа менување на надворешните фактори човекот се труди да ги приспособи кон потребите на културните растенија.

Оттука, кратко кажано, агроекологијата (земјоделската екологија) се занимава со проучување на факторите на надворешната средина (клима, почва, релјеф и сл.), како и со проучување на методите со кои може да се дејствува врз тие фактори, со цел да ги приспособи кон потребите на културните растенија.

## **2. Основни поими во екологијата**

### **2.1 Поим и предмет на изучување на екологијата**

Stanković (1961), ја дефинира екологијата како:

**Биолошка дисциплина која ги проучува взаемните односи меѓу организмите и средината од кои зависи одржувањето на единките и популациите на органските видови и нивните заедници во природата, нивниот распоред и густина на поедини места на Земјината површина начинот на живеење и однесување во конкретни услови.**

Kovacs (1975) го дефинира предметот на изучување на екологијата како самостојна научна дисциплина:

**Меѓусебните односи на организмите, нивните заемни дејства со надворешната средина, квалитативните и квантитативните промени на живата материја, биолошката продукција, како и врската на човекот со живата и неживата материја.**

Од овие две дефиниции може да се извлече заклучок дека:



**Екологијата е дел од биолошката наука која ги испитува законитостите на многу сложените заемни дејства на абиотичката и биотичката компонента на животната средина (Мулев, 2003).**

Интересот за оваа научна дисциплина и нејзиното значење во денешно време е многу голем заради се поголемите нарушувања од различен карактер во животната средина.

Интердисциплинарниот карактер на екологијата како биолошка наука произлегува од многубројните допирни точки што оваа наука ги има со повеќе научни области и комплексноста во изучувањето на проблемите.

Зарди споменатите причини во истражувањата од областа на екологијата освен биолозите се вклучуваат и агрономи, шумарски инженери, медицинари, хемичари, технолози и учени и стручњаци од други области.

Генерално екологијата може да се подели на **Аутоекологија** (идиоекологија), дел кој ги проучува односите на одделни растителни видови спрема еколошките фактори на надворешната средина во која живеат и **Синекологија** која ги проучува взаемните односи на цели заедници спрема надворешната средина, меѓусебните односи на членовите на биоценозите, како и законитостите на нивното формирање, одржување, еволуција и нивно пропаѓање.

Делот од Аутоекологијата кој ги проучува растителните заедници се нарекува **Фитоценологија**, на која ќе и се посвети повеќе внимание во вториот дел од овој предмет, а кога се работи за проучување на животинските заедници се нарекува **Зооценологија**.

Доколку истражувањата се вршат во целина со сите компоненти, како растителни, така и животински, станува збор за **Биоценологија**, т.е. наука која ги проучува биоценозите во целина.

### **2.3 Животна средина**

Од причини што комплексот на влијанија врз живите организми во нивните места на живеење не се само од нежива природа, туку и од меѓусебните односи на живата природа која ги опкружува, поимот **животна средина** ги подразбира сите фактори комплексно, вклучувајќи ги и живите

организми кој како целина си ја формираат животната средина во која наоѓаат се што им е потребно за опстанок, развој и размножување.

Според Pecsí (1979, 1981) **интегрална средина** е делот од пошироко сватената природна средина која во себе содржи два подсистема, и тоа: **екосфера** и **геосфера** како природен дел односно подсистем и преобразен дел од страна на човекот или **техносфера**.

Со екосферата и геосферата човекот како живо суштество и консумент е поврзан, но не учествува во нивното формирање и преобразување. Подсистемот екосфера-геосфера е во тесна врска со општествено-стопанската средина (техносферата), која исто така се расчленува на два подсистеми и тоа *производна* (индустрија, аграр) и *социјална* (образование, здравство, судство, безбедност, одбрана и др.)

Во потесна смисла животната средина може да се сфати во зависност од кој аспект и од која научна или стручна област (географска, биолошка, медицинска, урбанизам и т.н.) се разгледува.

Во поширока смисла на зборот, под поимот животна средина може да се сфати целокупната биосфера како најголем и најсложен биотички систем, во чии рамки, сите живи организми на различно организационо ниво имаат сопствена животна средина, со свои специфичности.

## **2.4 Биотоп**

Според Станковиќ (1961) деловите од населениот простор кој се одликуваат со релативно иста комбинација на еколошки фактори се нарекуваат биотопи. Биотопите прдставуваат основни топографски единици во еколошка смисла, кој се карактеризираат со специфичен комплекс на еколошки фактори и се населени со збир на живи организми односно нивни популации кој се карактеристични за тој биотоп. Биотоп прдставува на пример едно езеро или река, дабова или друг вид на шума населени со специфични за нив живи организми и со сите свој индивидуални карактеристики. Биотопот како поим не треба да се поиспветува со поимот ареал кој има географска содржина и прдставува вкупен простор во кој се сретнува одреден вид и неговата големина е историски условена. Во рамките на еден ареал можат да се сретнат

повеќе различни биотопи во кој живее конкретниот вид, додека во рамките на еден биотоп животните услови не се униформни.

## **2.5 Организам како елементарен систем на живот**

Единки од одреден вид кој се јавуваат во природата и располагаат со сопствени потенцијали и способности кој им се генетски условени се всушност живите организми и представуваат **елементарен биотички систем**. Генетските својства кој не се апсолутно непроменети ги одредуваат основните морфолошки, анатомски и физиолошки карактеристики со кој се разликуваат од другите живи организми, а исто така ја определуваат и динамиката на растот, развојот, периодичноста на развојот, интензитетот на размножувањето, обновувањето и др. До која мера живите организми ќе бидат прилагодени кон бескрајно променливите фактори на живата средина ќе зависи од нивната **еколошка валенца** - поим кој ја изразува амплитудата на варирање на одделните еколошки фактори во чии рамки е можен опстанокот на конкретен вид.

Растителната екологија како наука ги изучува животните процеси на растенијата не во лабораторија, туку во услови на природната средина. Според тоа мора да се предвиди и факторот **компетиција** кој го условува манифестирањето на животните процеси на одделните видови во рамките на растителната заедница.

Според Walter (1970) се разликуваат **физиолошки** и **еколошки оптимум** за животот на растенијата на некое станиште. Физиолошкиот оптимум може да се појави при одсуство на конкуренција, а еколошкиот оптимум е тесно поврзан со заемните конкурентски односи помеѓу растенијата. Пример за физиолошки оптимум е видови кој растат во чиста култура.

Севкупноста на еколошките фактори кои овозможуваат одреден вид да ги искористи сите погодности кој ги дава едно станиште за нормална егзистенција во поглед на исхраната и просторните можности представува **фундаментална еколошка ниша**.

Конкурентската способност на видовите е многу сложена појава и е детерминирана со целокупноста на морфолошките и физиолошките својства на видовите. Од тие својства најзначајни се : брзината на растење и никнење на

изданокот, неговата градба, градбата на кореновиот систем, ритмот на развој и долговечноста, интензитетот на размножување и обновување, количината на продуцирано семе и начинот на негово распространување а исто така и потребите на растението кон различни фактори на стаништето. Во рамките на природните заедници растителните видови често пати се подложени на меѓусебни хемиски влијанија (алелопатски односи).

Од досега произнесеното може да се заклучи дека екологијата на растенијата како наука има **три објекти на проучување** и тоа :

- **Физиолошките процеси** на растенијата според интензитет и динамика а преку нив органската продукција;
- Анализа на **стаништето** односно условите во кој се одвиваат животните процеси на растенијата;
- Проучување на **анатомско морфолошките специфичности** на растенијата.

Современите еколошки проучувања се одвиваат на **три различни нивоа** и тоа:

1. Изучување на **субклеточни и клеточно ниво (цитоекологија)**;
2. Изучување на ниво на **организам**;
3. Изучување на **ценотичко** ниво;

Цитоекологијата има за цел проучување на промените во градбата на клетката и животните функции кој се одвиваат во неа под влијание на факторите на средината и последиците кои се јавуваат како резултат на тоа врз животните манифестации на организмот како целина.

Организмите се прилагодуваат со целото свое битие. На пример ако растенијата кој живеат под сенка(сенкољубиви) вегетираат во приземниот кат на шумската заедница когае што се заштитени од другите растителни видови од погорните катови. Во тој случај таквото прилагодување се смета за **ценотичко прилагодување**. Ако таа цел се постигне со свиткување на лисните плочи, тогаштоа е **прилагодување на орган**. Додека преместувањето на хлоропластите кон бочните ѕидови на клетката, предизвикано од прекумерно осветлување представува **клеточно прилагодување**.

Денес се смета дека способноста на растенијата да се прилагодат кон високи или ниски температури се должи на способноста на протоплазмата да

ги насочи своите активности во најпогоден правец во даден момент. Прашањето за отпорноста на клетките кон различните фактори на надворешната средина, се разгледува и од позиција на молекуларната биологија. Според тоа, разбирливо е дека однесувањето на растителните клетки кон ниските или високи температури или водниот дефицит, не може да се разгледува без да се земе во предвид степенот на отпорноста на белковините во протоплазмата спрема тие фактори.

## **2.6 Популација**

Единките во природата не живеат изолирани една од друга и не можат да се сватат како прост збир на изолирани единки.

Интегрираната група на живи единки од ист вид со збир на заеднички наследни фактори, која припаѓа на некоја заедница во рамките на која единките се поврзани меѓу себе и населуваат одреден простор е позната како **популација**. Секоја популација на некој органски вид представува дискретна динамична единица, но сите тие се карактеризираат со извесен број на основни одлики како што се *бројност, густина, просторна распределба, наталитет и морталитет, возрасна структура* и др.

## **2.7 Биоценоза**

Интегрални заедници од органски видови кој живеат заеднички живот со специфична внатрешна организација на **високо ниво на организираност** базирана на сложени внатрешни односи поврзани со исхраната, размножувањето, конкуренцијата и др. се нарекуваат **биоценози**.

Биоценозата ја представува живата компонента на биотопот на еден екосистем со кој е поврзана многустрано. Целокупниот жив свет во еден биотоп, кој живее заеднички живот формира биоценоза. Така биоценоза формираат сите живи организми кој населуваат едно езеро, река, ливада или бара, вклучувајќи ги во себе и растителните и животинските видови. Ако поодделно се проучуваат растителните или животинските видови тогаш станува збор за **фитоценоза** односно **зооценоза**.

## 2.8 Сукцесија

Промените во текот на развојот на биоценозата во процесите на смена на едни заедници со други се означуваат како **сукцесија**.

По правило секоја сукцесија започнува со некое оголено место (биолошки простор). На пример после поплави во речните долини се создаваат слоеви од песок; после шумски или степски пожари се создаваат празни простори кои брзо почнуваат да се населуваат со различни организми кој ги нарекуваме како пионерски видови. На тој начин сукцесивно се сменуваат различни биоценози, се до формирање на една заедница која ќе биде најдобро прилагодена на постоечките климатски услови таканаречена **климакс заедница**.

## 2.9 Екосистем

Биоценозата се наоѓа во најтесна врска со биотопот формирајќи една целина од повисок ред - **екосистем**. Според тоа, екосистемот представува интегрална целина која во себе ја вклучува животната заедница (биоценозата) и со неа населениот простор (биотопот) и представува основна еколошка реалност во природата. Биоценозата и биотопот представуваат компоненти на екосистемот кој се поврзани со размената на материјата и енергијата, како и со меѓусебни сложени односи и дејства. Тие само поради методолошки причини при нивната анализа можат да се одвојат еден од друг.

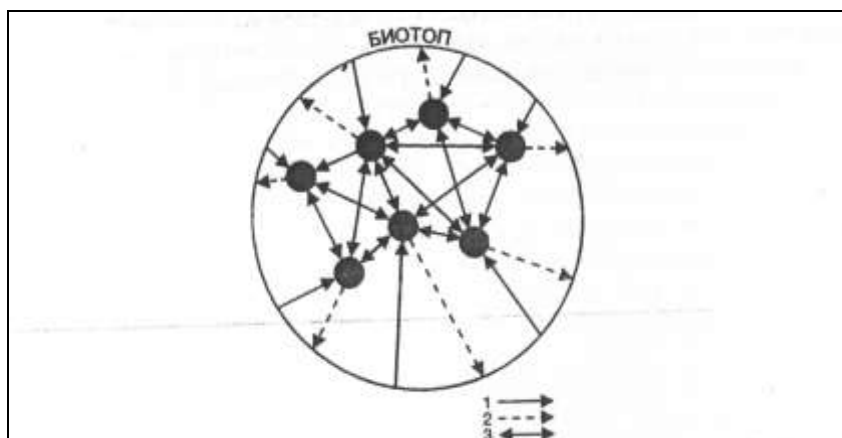
Екосистемот представува основна функционална единица во екологијата која во себе ги вклучува стаништето и животната заедница, и не е статичка творба туку е **динамична** целина бидејќи се заснова на заемните дејства и интеракциите меѓу живите и неживите компоненти.

Кога екологот влегува во шумата или на ливадата, тој го гледа не само тоа што таму се наоѓа, туку и што таму се случува. Тоа значи дека покрај опишувањето на состојбата на стаништето мора да се проучи и да се опише и динамиката на развојот на екосистемот при што екологот го интересираат посебно односите помеѓу **структурата** и **функцијата**.

Во екосистемот разликуваме три вида на еколошки односи помеѓу неговите компоненти (Сл. 1):

- влијанието на неживата компонента (биотопот) како комплекс на сите еколошки абиотски фактори на некое место влијае врз живата компонента (биоценозата), која е негов составен дел. Ваквите влијанија во екологијата се познати како **акција**.
- обратното влијание на биоценозата врз биотопот при што биоценозата (живите организми во еден биотоп), делуваат врз обликувањето на еколошките услови врз конкретниот биотоп се означени како **реакција**.
- заемното влијание помеѓу самите живи организми кое постои во биоценозата се нарекува **коакција**.

Екосистемите можат да бидат природни, вештачки, прости или сложени, просторно мали или големи. Во однос на бројот на видовите (диверзитет) и единките, можат да бидат екосистеми со голема разновидност на видовата структура и единки, или со мал број на видови и мала бројност на единките од одделни видови.



Сл.1. Еколошки односи помеѓу компонентите на екосистемот: 1. Акција, 2. Реакција, 3. Коакција.

Групирањето на екосистемите според Balogh (1953,1958), е следново:

- саморегулациони или природни; - управувани од страна на човекот;
- деградирани екосистеми;
- стабилни екосистеми се ако располагаат со голема енергетска резерва (листопадни или иглолисни шуми, тундри и сл.). Лабилните екосистеми под дејство на некој фактори кој имаат спротивно влијание, многу лесно ја губат урамнотежената состојба, со што престанува нивното нормално

функционирање. Пример за брзо деградирање се екосистемите на тропските дождовни шуми (Bernath и сор.).

- Група од различни екосистеми од понизок или повисок ред се нарекува **биом** или екосистемски комплекси: тундри, тајги, степи, листопадни и зимзелени шуми. Екосистемските комплекси или биомите пак се групираат во **биоциклуси** или биокомплекси од кој според Danserau (1957), на земјината површина можеме да разликуваме вкупно три: солена вода (мориња и океани, слатка вода (реки и езера) и копно.
- На крај, сите тие заедно представуваат едно врвно единство на неживата и живата природа, односно еден врвен екосистем означен како **биосфера**. Според Gračanin – Iljanić (1977), биосферата е составена од четири сфери на живот и тоа: **атмосфера, хидросфера, литосфера и педосфера**.

### 2.9.1 Структурни елементи на екосистемите

Од структурен аспект елементите кој го сочинуваат екосистемот според Odum (1959, 1971) можат да се поделат во четири групи :

1. **Продуценти** - *автотрофни* организми кој во најголем дел се представени од зелените растенија;
2. **Консументи** - *хетеротрофни* организми во главно животински (со поголеми димензии) кој консумираат други организми или органски материи;
3. **Разградувачи и хетеротрофни консументи со помали димензии** - овде спаѓаат бактериите, актиномицетите габи, црви, молци и др. кој ги разградуваат изумрените микроорганизми и од нив апсорбираат некој продукти, а за други организми произведуваат приемливи, нискоенергетски материи;
4. **Абиотски материи** - елементите и соединенијата на средината.  
Најчесто употребувана е поделбата на организмите во три групи: **продуценти** (производители), **консументи** (потрошувачи) и **редуценти** (разградувачи).

### 2.9.2 Функционални групи на живите организми во екосистемот

Главната компонента на биоценозата е представена со:

- а) **Продуцентите** во кој спаѓаат зелените **автотрофни** организми (алги, лишаи, мовови, папрати и цветници), а во помала мера некои автотрофни



бактерии ( нитрификациски, сулфурни, железни) кој по фото или хемосинтетски пат создаваат примарна органска материја.

б) **Консументите** како што споменавме може да се со помали и поголеми димензии. Големите консументи се **тревојадите (хербивори)**, значително ја намалуваат примарната продукција и затоа се означени уште и како примарни консументи. Секундарни или консументи од втор ред се **месојадите (карнивори)**, кој во природата ја воспоставуваат природната рамнотежа меѓу примарните продуценти (автотрофните) и примарните консументи (тревојадите). На секундарните консументи се надоврзуваат други месојади т.н. **грабливци** или **суперкарнивори** односно терциерни консументи.

Постојат организми меѓу кои и човекот кој не припаѓаат во ни една алка на трофичниот синџир бидејќи се вклучуваат во повеќе сегменти од синџирот на исхраната.

Паразитските организми исто така можат да бидат вклучени во повеќе точки на трофичниот синџир бидејќи тие еднакво можат да живејат на сметка на примарните продуценти, хербиворите, карниворите, па и на мршите.

### 2.9.3 Типови на синџири на исхрана

Односите на исхрана во рамките на животните заедници цврсто ги поврзуваат меѓусебе членовите од продуцентите, консументите и редуцентите. Во рамките на овие односи, членовите на биоценозата живеат едни на сметка на други (Сл. 2).

Поединечните популации на екосистемот ги формираат алките на трофичниот синџир.

Бројот на членовите во еден трофичен синџир ретко може да биде поголем од 4 - 5, бидејќи за колку е пократок трофичниот синџир за толку поголема количина на енергија ќе биде претворена во жива тежина (биомаса).

Трофичките нивоа т.е. поврзаноста на популациите во трофичкиот синџир можат да бидат ограничени, специфични и испреплетени, односно мрежовидни (полувалентни).

Во каква форма ќе се јават, зависи од: бројот на трофичките нивоа, од видовата разновидност, големината на популациите и нивната еколошка

валенца, од просторната структура на екосистемот, староста, можностите за исхрана и размерите на човечката вмешаност.

Во зависност од односите помеѓу трофичките нивоа (продуценти, консументи, редуценти) синџирите на исхрана во биоценозата можат да се поделат во три основни групи и тоа:

1. **Синџир на грабливци** (предаторски синџири на исхрана). Во овој трофички синџир **првата алка** ја сочинуваат *зелените автотрофни растенија*. Врската е еднострана бидејќи растението може да биде консумирано, а не може да консумира (со исклучок на инсектоворните растенија). Овие растенија можат да се наречат уште и карнивори бидејќи се хранат не само со инсекти, туку ако се хидрофити се хранат и со други видови хетеротрофни организми (риби ракови и сл.) со цел да го надоместат недостатокот од азот во средината. Од карниворните растенија познати се: *Drosera rotundifolia*, *Pinguicula vulgaris*, *Urticularia*.



*Drosera rotundifolia*

*Pinguicula vulgaris*

*Urticularia*

Сл. 2. Претставници на карниворни растенија.

Кај првиот вид листовите имаат израстоци во форма на пипци (тентакли), кои на допир се свиткуваат. При доаѓањето на животното на листот, тентаклите го фаќаат и тоа останува заробено. Листот лачи ферменти кои делуваат на животното и на тој начин растението ги користи хранливите материи од него.

Кај *Pinguicula vulgaris* долните листови се долгнавести и свиткани во форма на чамец. Тие на површината се лепливи, така што животните кој ќе доспеат на листот, остануваат на него залепени, потоа се разложуваат, а нивните сокови растението ги впира.

Кај воденото растение *Urticularia* подводните листови се метаморфозирани во специјални меурести комори кои служат за фаќање и варење на животните. На нив постои отвор со капак кој дозволува влез во комората, но го оневозможува излегувањето од неа. Тоа претставува вистинска стапица.

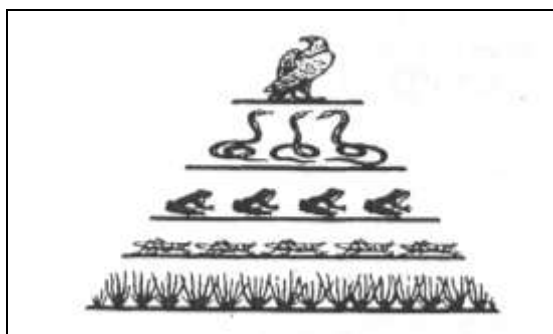
Карнивормите растенија се снабдуваат со минерални елементи и тоа пред се со азот, фосфор и сулфур од разложените органски остатоци од пленот, а донекаде и покрај фотосинтетската продукција и со одредени соединенија на јаглородот. Веднаш по фаќањето на пленот, растението почнува да лачи ензими, протеази, фосфатази, липази и др. кои овозможуваат разградување на органската материја на пленот. Разложувањето го помагаат и забрзуваат хидролитичките ензими излачени од симбиотските микроорганизми кои живеат во дигестивната течност во апаратите за фаќање. Разложените соединенија со неопходните елементи за растението, потоа ги впира со апсорпциските влакненца.

Со оглед на ваквиот начин на задоволување на потребите за неопходните минерални материи, карнивормите растенија имаат слабо развиен коренов систем и метаморфозирани градба на листовите.

**Втората алка** од синџирот се **фитофагните животински организми (хербивори)** кои можат да консумираат и да бидат конзумирани, што значи врската во трофичниот синџир е двострана

**Третата алка**, ја претставуваат **месојадните**, односно **грабливците** кои исто така имаат двострана врска, а за нив можат да се надоврзат со посебни алки во трофичниот синџир грабливци со поголема телесна маса.

Во трофичните нивоа кои се надоврзуваат еден врз друг, бројот на видовите и единките одејќи кон крајот на синџирот на исхрана се намалува, а во истиот правец телесната големина на животните се зголемува. Таков тип на трофичен синџир на пример претставува односите во исхраната помеѓу: растителен лист > лисна вошка>бубамара>птица пејачка> граблива птица.



л. 3. Трофична пирамида

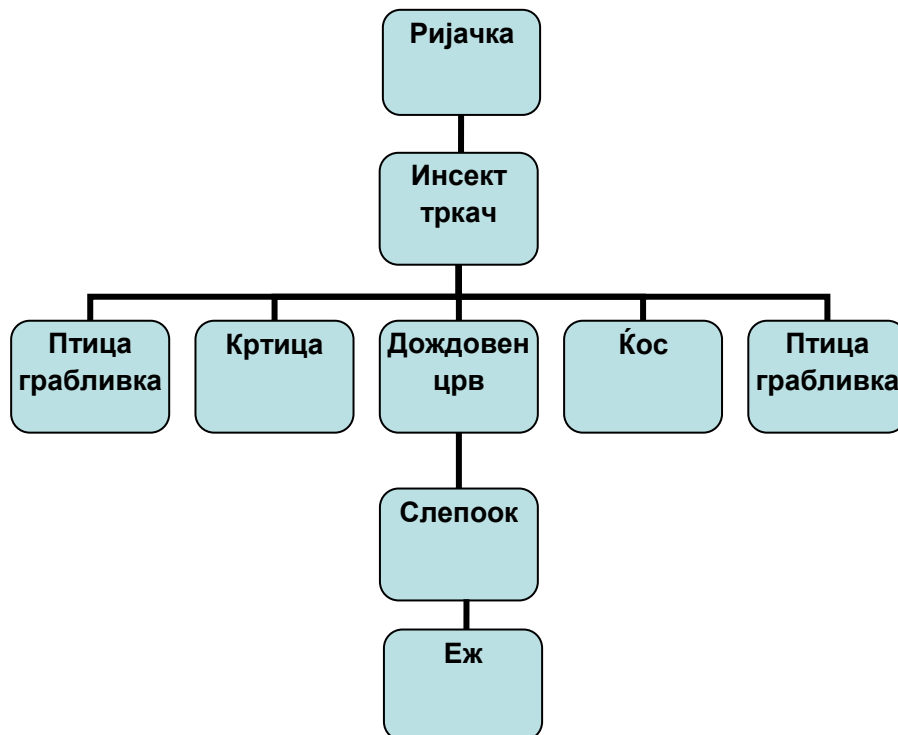
**2. Паразитски синџири на исхрана** - Во овој трофички синџир на исхрана на првата алка од синџирот со која е претставено растението, се надоврзува хербиворно животно, а наредната алка ја претставуваат паразитите кој живеат на сметка на хербиворното животно. За разлика од претходната група овде *големината на животните одејќи кон крајот на трофичниот синџир се намалува, а бројноста се зголемува.*

Како пример за ваков тип на односи во исхраната може да ни послужи поврзаноста помеѓу: ливадски треви>тревопасни животни>паразити на тревопасните животни (пр. крлежи).

**3. Сапробни синџири на исхрана** - Во овој тип на трофички однос, првата алка од синџирот на исхрана е претставена со мртва органска материја, втората алка ја завземаат ситни инсекти кој се хранат со мртвата органска материја, додека третата алка во синџирот на исхраната, ја заземаат бактериите разградувачи.

Како пример за ваков тип на односи во исхраната може да ни послужи шумската простирка>акарини>бактерии кој ги разградуваат хитинските материји

Поголемиот дел од потрошувачите не се ограничуваат на еден единствен вид на исхрана, тие мораат да учествуваат во поголем број трофички синџири. Покрај тоа, голем број на животински видови го менуваат својот режим на исхрана со возраста, годишната сезона, количината на храна која стои на располагање. Со тоа, синџирите на исхрана во една биоценоза се поврзуваат меѓусебе, се вкрстуваат и испреплетуваат. Така, сликата за односите на исхрана во заедницата, станува многу сложена (Сл. 3).



Сл. 4. Два синџири на искрана кои се вкрстуваат преку дождовниот црв, кој е член на двата трофички синџири (Станковиќ, 1961).

#### 2.9.4 Абиотска компонента на екосистемот

Абиотските структурни компоненти на екосистемот можат да се поделат во три групи и тоа:

1. *Радијациона енергија* - Скоро сите енергетски извори кој постојат на Земјата (јаглен, нафта, природен земјен гас, а посредно и хидроенергијата), со исклучок на атомската енергија, на некој начин потекнуваат од сончевата радијација. Таа е во суштина поттикнувач и **движечка сила** на животот и неговото обстојување, **енергетска база** на биоценозите и екосистемот и **фактор на органската синтеза** која се одвива во растителните организми.

2. *Неоргански материи* - Од нив најзначајна е водата која е и хранлива материја за организмите а воедно и внатрешна средина која обезбедува хидричка состојба (хидратура).

Во оваа група можеме да ги вклучиме и гасовите како што се  $\text{CO}_2$  и молекуларниот кислород неопходни за асимилациски и дисимилациски процеси. Секој жив организам има потреба од посебни минерални материи

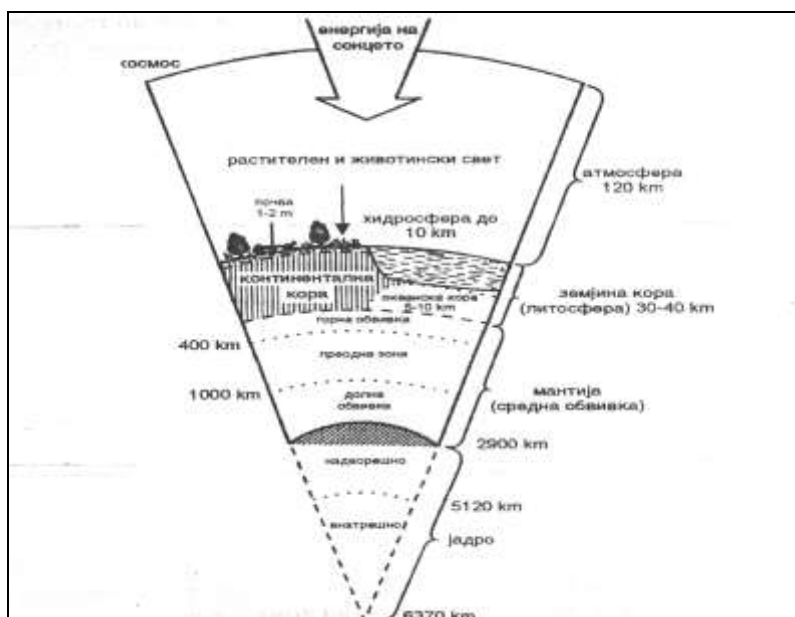
како што се азотот, фосфорот, сулфурот кој се неопходни за синтеза на белковини и други хемиски елементи потребни за организација на клетките на живите организми. Значајна улога во размената на материите имаат **макробиоелементите** натриум, калиум, калциум магнезиумот и железото. Биоелементите без кој не е можно нормалното одвивање на животните процеси кој се неопходни во мали количини се бакарот, цинкот, борот, манганот и др. и се нарекуваат **микроелементи**.

3. *Просторна структура.* Во екосистемите просторната структура го обезбедува постоењето и функционирањето на видови кој го исполнуваат одредениот простор. Во просторната структура од големо значење се различните супстрати. На пример различните почвени слоеви се населени со различни животински организми. Во случај ако супстратот е подвижен, со себе ги носи и организмите кој живеат во него.

Одделни растителни и животински популации избираат специфични супстрати кој што најдобро ќе ја остварат својата животна активност , со што, во рамките на екосистемот располагаат со сопствен ограничен простор во кој се населени во облик на **животни комплекси**.

## **2.10 Биосфера - организираност и функционирање**

Биосферата е вкупниот простор на планетата земја во кој егзистира животот. Името биосфера го вовел австрискиот геолог Eduard Suess, додека рускиот геохимичар (Vernadski, 1929, 1945), прв укажал дека значајниот дел на атмосферата и неговите главни составни елементи како што се кислородот и јаглеродниот диоксид имаат органско потекло.



Сл.5. Граници на составните компоненти на биосферата.

Границите на биосферата, во кој животот е поинтензивен, не се рамномерни. Над површината на Земјата интензивниот живот достигнува до околу 5000 метри височина, во длабочината на морињата до 4000 метри, додека во педосферата интензивниот живот се забележува до длабочина од околу 5 - 10 метри. Надвор од наведените граници постои живот, но неговиот интензитет е значително намален.

Некои мовови на Хималаите можат да се сретнат и до 6000 метри надморска височина, на Андите од 6500 до 7000 метри се среќаваат некои лишаи, додека разни спори и поленов прав можат да се сретнат и на поголеми надморски височини. Голем број единки од повеќе видови, погодено место за живеење наоѓаат на дното од морињата кога просечната длабочина изнесува околу 4000 метри.

Општо речено биосферата е најкрупен систем во смисла на сложеноста и самоорганизираноста низ која протекува енергијата од примарниот извор - Сонцето, или систем во кој континуирано се остварува кружење на материјата и протек на енергијата.

### 2.10.1. Кружење на материите во биосферата

Во кружниот тек, хемиските елементи на геохемиската средина доаѓаат во живите организми, па повторно се враќаат во неживата средина и овој процес постојано се повторува. Циркулацијата на хемиските елементи има кружен тек и го опфаќа, како живиот, така и неживиот дел од екосистемите. Таквите циклуси во екологијата се познати како **биогеохемиски циклуси**.

Од хемиските елементи кој се наоѓаат во биотопот, само околу 40 елементи учествуваат во изградбата на живите организми во вид на соединенија кој се растворливи во вода и се означени како есенцијални, или **биоелементи**. Главните структурни елементи на живата материја (*кислород, јаглерод, азот, фосфор, водород и сулфур*) во атмосферата се наоѓаат во гасна состојба со исклучок на *фосфорот*. По изумирањето на живите организми 97 - 98 % од нивните атоми се претвораат повторно во гасна агрегатна состојба.

Биогенетските циклуси можат да се групираат во две групи: **гасни** циклуси и **седиментациони** циклуси.

**Гасни циклуси** - Се многу поизедначени за разлика од другите биогеохемиски циклуси, и главен резервоар за елементите кои учествуваат во овие циклуси е атмосферата. Иако во вкупниот број на есенцијални елементи партиципираат само со 10 %, сепак живата материја (протоплазмата), скоро 97% е изградена од нив.

**Кружење на јаглерод.** За синтеза на органската материја на живите организми, извори на јаглерод се :

- атмосферскиот  $\text{CO}_2$  и
- растворениот  $\text{CO}_2$  во хидросферата.

Познато е дека земјината вегетација годишно по пат на фотосинтеза врзува 1/35 - ти дел од  $\text{CO}_2$  кој што се наоѓа во атмосферата.

Во почетокот на фотосинтетскиот процес се образуваат јаглехидратни соединенија кои во понатамошната синтеза се преобразуваат во белковини, масти и други органски соединенија. Растителните органски материи кои содржат јаглерод, непосредно или посредно стигнуваат во телата на животинските организми, а истовремено секој жив организам дише и во околината издвојува јаглерод во форма на  $\text{CO}_2$ .

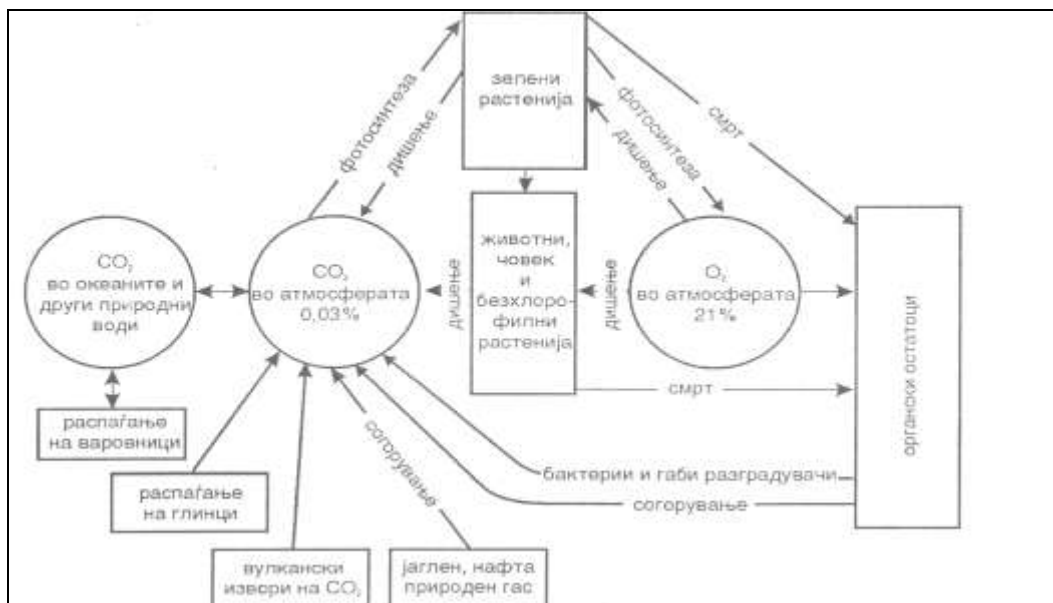


Мртвите органски материи како резултат на активноста на редуцентите се минерализираат, односно водородот и јаглеродот како составен дел на органската материја се ослободуваат како крајни продукти во форма на јаглерод диоксид и вода, и тој повторно се враќа во јаглеродниот циклус.

Како последица на вулканските ерупции, голема количина на  $\text{CO}_2$  доаѓа во атмосферата. Меѓутоа, најголемиот дел на  $\text{CO}_2$  во атмосферата се ослободува како резултат на активноста на почвените организми.

Во почви со анаеробни услови и голема концентрација на водородни јони, процесите на разградување можат да бидат во потполност спречени. Ако разградувањето е спречено за повеќе милиони години, од органските остатоци се формира јаглен и нафта кои претставуваат фосилни биогени енергогени материи.

Со нивното искористување односно горење, јаглеродот повторно се враќа во атмосферата во форма на  $\text{CO}_2$  односно  $\text{CO}$ , а понекогаш и после 100 милиони години. Јаглеродниот кружен тек затајува и во хидросферата, каде јаглеродниот диоксид се претвора во калциев карбонат кој се таложи. Сепак, тој повторно може да биде ослободен во форма на јаглероден диоксид под влијание на хемиските и биолошките процеси кој се одвиваат во хидросферата.

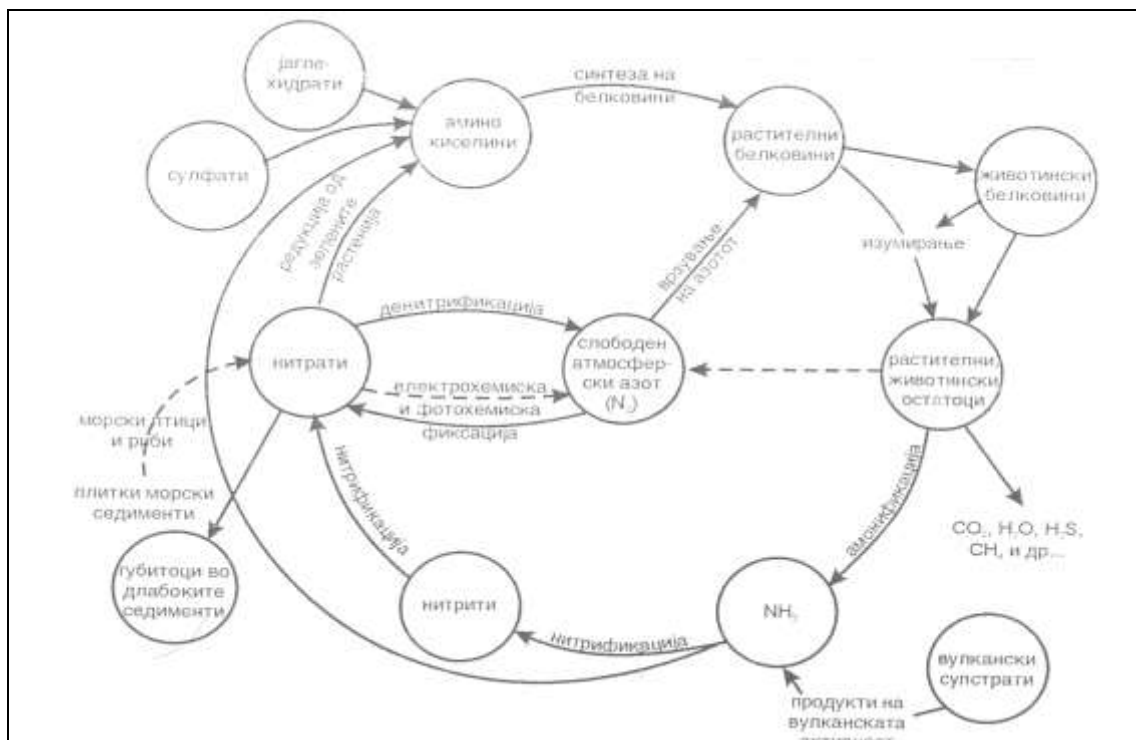


Сл. 6. Кружење на јаглеродот и кислородот (Според Szabo, 1986)

**Кружење на кислородот**- Атмосферата претставува главен резервоар на слободен - молекуларен кислород, кој во составот на атмосферскиот воздух учествува со 21%. Кислородот е единствен елемент кој живите организми (со исклучок на анаеробните микроорганизми) можат да го примаат во молекуларна состојба. Кружењето на кислородот се манифестира преку процесите на асимилација и дисимилација. Неговото кружење е тесно поврзано со кружењето на јаглеродот. Од атмосферата кислородот се троши во дисимилациските процеси, а истовремено се надополнува со негово ослободување во фотосинтетските процеси на зелените растенија. Освен во процесот на дишење на организмите, атмосферскиот кислород делумно се користи и за оксидација на минералните материи во природата.

**Кружење на азот** - Главен резервоар на азот е атмосферата во која е застапен со 78%, но тој како таков за живите организми е малку значаен.

Атмосферскиот азот, како резултат на електричните празнења се претвора во азотни оксиди кои со дождовите достигнуваат до површината на почвата. На овој начин, почвата се збогатува со азот за 5-10 kg по хектар површина. Со активноста на слободните азотофиксатори од родовите *Azotobacter*, *Azotomonas*, *Bradorhizobium* и др. кој живеат во симбиотски односи на кореновите влакненца од легуминозните растенија почвата може да се збогати и до 100 kg/ha. годишно. Азотот кој е вграден во органската маса на живите организми по нивното изумирање се ослободува по пат на минерализација од страна на микроорганизмите.



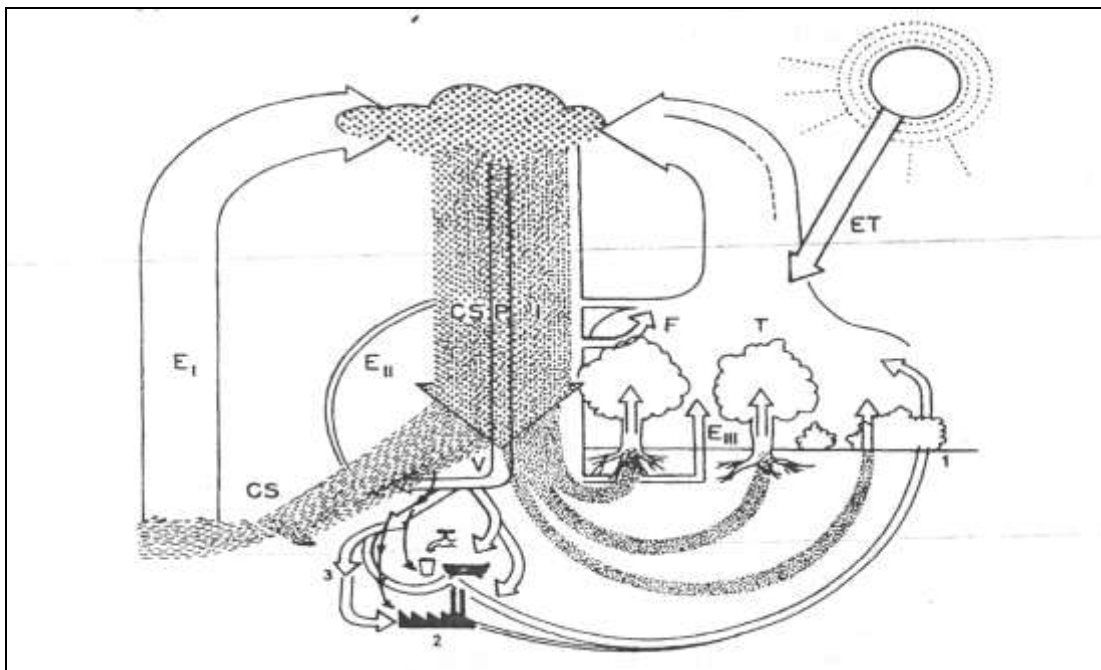
Сл. 7. Кружење на азотот (Според Szabo, 1986)

**Кружење на водата** - Водата претставува основен услов за постоење на живот, не само поради тоа што претставува извор на водород кој е неопходен за синтеза на примарните органски материи (фотолиза на водата во фотосинтетскиот процес) и кислород во атмосферата, туку како надворешен и внатрешен медиум на живите организми, односно клетките каде што се одвиваат целокупните биолошки и физиолошки процеси.

Дејството на сончевата топлотна енергија и последиците кои произлегуваат од тоа (распределба на врнежите во климатските зони, атмосферски и почвени форми на вода, потоци, реки итн.), поврзани со глобалното кружење на водата, веќе се познати како метеоролошки и хидролошки процеси кои го регулираат кружењето на водата на планетата Земја. Од аспект на екосистемите поголемо значење имаат појавите:

- **задржување на дождовната вода врз растителните орган и нејзино враќање преку испарување назад во атмосферата (интерцепција);**
- **процедување (перколација);**
- **евапотранспирација;**
- **инфилтрација и протекување низ површината на почвата;**

Интерцепцијата во шумските системи на умерениот појас може да изнесува и до 25% од вкупната количина на дождовите. Од количината на дождовната вода која протечува низ растенијата и достигнува до површината на почвата, еден дел протекува над површината, а другиот дел се впира, инфилтрира во почвата и се задржува, односно складира на почвените колоидни честици (хумус, глина). Таа вода претставува резервоар од кој растенијата си ги задоволуваат своите потреби. Количината на вода во почвата се намалува како резултат на површинското испарување и транспирација. Еден дел од водата се процедува, особено во почви со лабилна структура, а заедно со неа ги носи јонските и молекуларните диспергирани честички се до подпочвената вода.



Сл. 8. Кружење на водата во биосферата.

CS – протечување (реки), I – инфилтрација, P – перколација, T – транспирација, E<sub>I</sub> – евапорација на мориња, E<sub>n</sub> – евапорација на површинските копнени води, E<sub>III</sub> – евапорација на површината на почвата, ET – евапотранспирација, F – интерцепција, V – ниво на почвена вода, 1 – консумирана вода од страна на човекот, 2 – користена вода од страна на домаќинствата и индустријата, 3 – искористена (отпадна) вода.

Во кружниот тек на водата во екосистемите, големо значење има евапотранспирацијата, преку која голема количина на водата се враќа во атмосферата. Транспирацијата кај растенијата обично е поголема ако снабденоста на почвата со вода е задоволителна.

**Седиментациони циклуси** - Во споредба со гасните циклуси, седиментационите циклуси се понерамномерни и непотполни. Бидејќи елементите се складираат (задржуваат) во седиментациони супстрати, нивната рециклација е отежната и забавена.

**Кружење на фосфорот** - Големи резервоари од фосфор на Земјата се наоѓаат делумно во седиментните супстрати, фосфорни депоа како и фосфорни наслаги на гуано (бреговите на Чиле, Перу, Мексико), а делумно и на големи длабочини во форма на апатит (Норвешка, Канада).

Од наведените резервоари фосфорот се ослободува по пат на природна ерозија, со експлоатација на рудниците и користење на вештачки фосфорни ѓубрива. Ваквиот ослободен фосфор во форма на фосфати, го користат растенијата кои го вградуваат во својата ДНК, како и во соединенијата кои се богати со енергија (АДФ, АТФ). Од растителните видови, фосфорот преку синцирот на исхрана достигнува до сите членови на биоценозата. После разградувањето на органската маса во минерализирана форма, фосфорот повторно се враќа во почвата, со што продолжува кружниот тек, почва-растение и обратно.

**Кружење на сулфурот**- Сулфурот претставува структурен елемент на белковините. Негов примарен извор е почвата во која како приемлива форма (сулфат, сулфид) доаѓа со разградување на пиритот и халкопиритот. Од почвата растителните организми го вклучуваат во кружниот тек на материите кој се одвива во екосистемите.

По микробиолошкото разградување на мртвата органска материја (сулфурводород), со нивната минерализација се добива елементарен сулфур кој се оксидира во сулфурна киселина, која понатаму формира сулфати.

Во сулфурниот циклус спаѓа и сулфурниот диоксид кој се наоѓа во атмосферскиот воздух. Тој од индустриските реони со дождовните води се враќа на копното предизвикувајќи штети на почвата, водата, живиот свет, па и на градежните објекти.

### **2.10.2. Протек на енергијата во биосферата**

За време на протекот на енергија во екосистемот на секое трофично ниво се издвојува топлотна енергија што значи, од почетниот член во

трофичниот синџир кон крајниот член, се остварува загуба на енергија. Врз основа на испитувања вршени во различни екосистеми, а во врска со протекот на енергијата, потврдено е дека **на секое трофично ниво загубата на топлотната енергија варира од 60 - 90%**. Енергетската искористливост е најголема кај тревојадите (herbivora). Глобално земено просечно кај повеќето екосистеми, по трофично ниво вредноста на искористување на енергијата се намалува за 10%. Тоа значи дека ако зелените растенија дневно на  $m^2$  апсорбираат 6280 kJ, тогаш би можело да се смета на 62.8 kJ нето растителна продукција. Од оваа продукција тревојадните животни искористуваат 6.28 kJ, месојадните (carnivora) искористуваат 0.628 kJ.

Патот на протекот на енергијата во екосистемот може да се подели на повеќе делови. Во почетокот, зрачната сончева енергија влегува во екосистемот главно како светлосна енергија. Од таа енергија околу 50 % ја апсорбираат хлоропластните пигменти на зелените растенија. Под дејство на светлосните квантуми, и молекулите на хлорофилот се предизвикува фотолиза на водата. Ослободениот водород од водата врши редукција на јаглеродниот диоксид до ниво на јаглехидрати (прости шеќери, скроб) и други органски материи (аминокиселини), кои претставуваат хемиска енергија на ниво на продуцентите, која понатаму се користи во другите нивоа на трофичниот синџир во екосистемот.

Со помош на светлосната енергија, копненеата вегетација и растителноста на хидросферата годишно врзуваат околу  $5 \times 10^{10}$  тони јаглерод, количина која пресметана во енергија изнесува  $21 \times 10^{17}$  kJ. Меѓутоа **од вкупната пристигната енергија до Земјата само 1,0% се апсорбира по пат на фотосинтеза и се преобразува во хемиска енергија, што значи, само толку е просечната искористеност на сончевата енергија од земјината вегетација.**

### 3. Екологија на антропогените системи

#### 3.1 Земјоделски површини

Денеска, околу 28% од копното на Земјата е под земјоделски површини.

- Од тоа, 31% се полјоделски површини (полиња и ниви), а останатите 69% претставуваат управувани пасишта (со агротехнички мерки) (Таб. 1).
- Околу 91% од полјоделските површини се зафатени со едногодишни култури (1,38 милијарди хектари, релативно стабилни површини - претежно жита), додека останатите 9% претставуваат површини под повеќегодишни насади (131 милион хектари со скоро 2% годишен пораст на површините - претежно лимони и чај).
- Околу 17,5% од вкупното полјоделско земјиште се наводнува. Се забележува пораст во наводнуваните површини од 1,6% годишно, што условува годишна загуба на земјиште поради салинизација од околу 1,5 Mha годишно.
- Од вкупната земјоделска површина, 38% се наоѓа во умерено-континенталните подрачја, 38% во тропските и 23% во суптропските подрачја.

Очигледен е нерамномерниот распоред на земјоделските површини на планетата Земја (што значи и притисокот врз природните екосистеми).

Таб. 1 Распоред на земјоделските површини во светот

	(%)	Површини (Mha)	Пораст (%)	Наводнувани (Mha)
Полјоделски површини	31			270 (17,5%)
Едногодишни култури	91	1380	стабилно	
Повеќегодишни култури	9	131	2	
Пасишта	69		0,3	
Вкупно	100			270 (5,4%)

#### 3.2 Урбани подрачја - градови

Градовите зафаќаат помалку од 2% од светската копнена површина, а сепак во нив домуваат (живеат) скоро половина од светското население

(47,7%). Се разбира дека делумно урбанизираните подрачја зафаќаат поголем процент, но такви податоци тешко дека ќе се најдат, особено затоа што нема јасна граница помеѓу урбано и субурбано подрачје. Руралните подрачја (селски населби и околината) спаѓаат во земјоделските површини (Таб. 1). Со најголем пораст на урбаните подрачја се карактеризира Африка. Трендовите во урбанизацијата на светската популација, споредбено, во развиени и неразвиени подрачја, е прикажано на Таб. 2.

Таб. 2 Вкупна, урбана и рурална популација според развојни групи, за периодите: 1950-2030

	Популација (милијарди)					Просечна годишна промена (%)		
	1950	1975	2000	2003	2030	1950- 1975	1975- 2000	2000- 2030
<b>Развојана група</b>								
<b>Вкупна популација</b>								
Свет.....	2.52	4.07	6.07	6.30	8.13	1.92	1.60	0.97
Поразвиени региони.....	0.81	1.05	1.19	1.20	1.24	1.01	0.52	0.13
Понеразвиени региони..	1.71	3.02	4.88	5.10	6.89	2.29	1.92	1.15
<b>Урбана популација</b>								
Свет.....	0.73	1.52	2.86	3.04	4.94	2.91	2.53	1.83
Поразвиени региони.....	0.43	0.70	0.88	0.90	1.01	2.00	0.91	0.47
Понеразвиени региони..	0.31	0.81	1.97	2.15	3.93	3.91	3.55	2.29
<b>Рурална популација</b>								
Свет.....	1.79	2.55	3.21	3.26	3.19	1.43	0.92	-0.03
Поразвиени региони.....	0.39	0.34	0.31	0.31	0.23	-0.46	-0.40	-1.05
Понеразвиени региони..	1.40	2.21	2.90	2.95	2.96	1.82	1.09	0.06

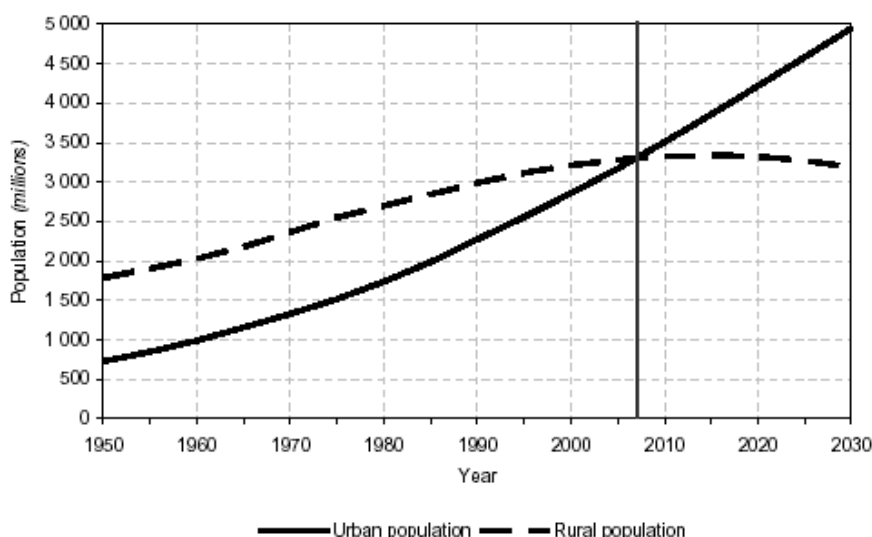
Извор: United Nations Department of Economic and Social Affairs/Population Division 3

*World Urbanization Prospects: The 2003 Revision*

Зголемената урбанизација условува руралното население во последните децении да не се зголемува и покрај општиот пораст на човечката популација (Сл. 9).



Според скорешни проценки околу 2% земјоделско земјиште се губи на секои 10 години заради урбанизацијата во Европа. Тоа покажува колкав е притисокот на урбаниот раст врз намената (користењето) на земјиштето. Во Мексико тешко може да се најдат вакви податоци, но ако се земе предвид неконтролираната урбанизација и недостатокот на урбанистички планови за голем дел од територијата, може да се претпостави дека тој процент е многу поголем. Во текот на последните децении од XX век урбанизацијата имаше огромен замав кај нас (заради миграцијата село-град предизвикана од погрешната политика за индустријализација и големиот наталитет), така што веројатно трансформацијата на земјоделското (дури и шумското) земјиште најверојатно била многу поголема во споредба со европскиот просек.



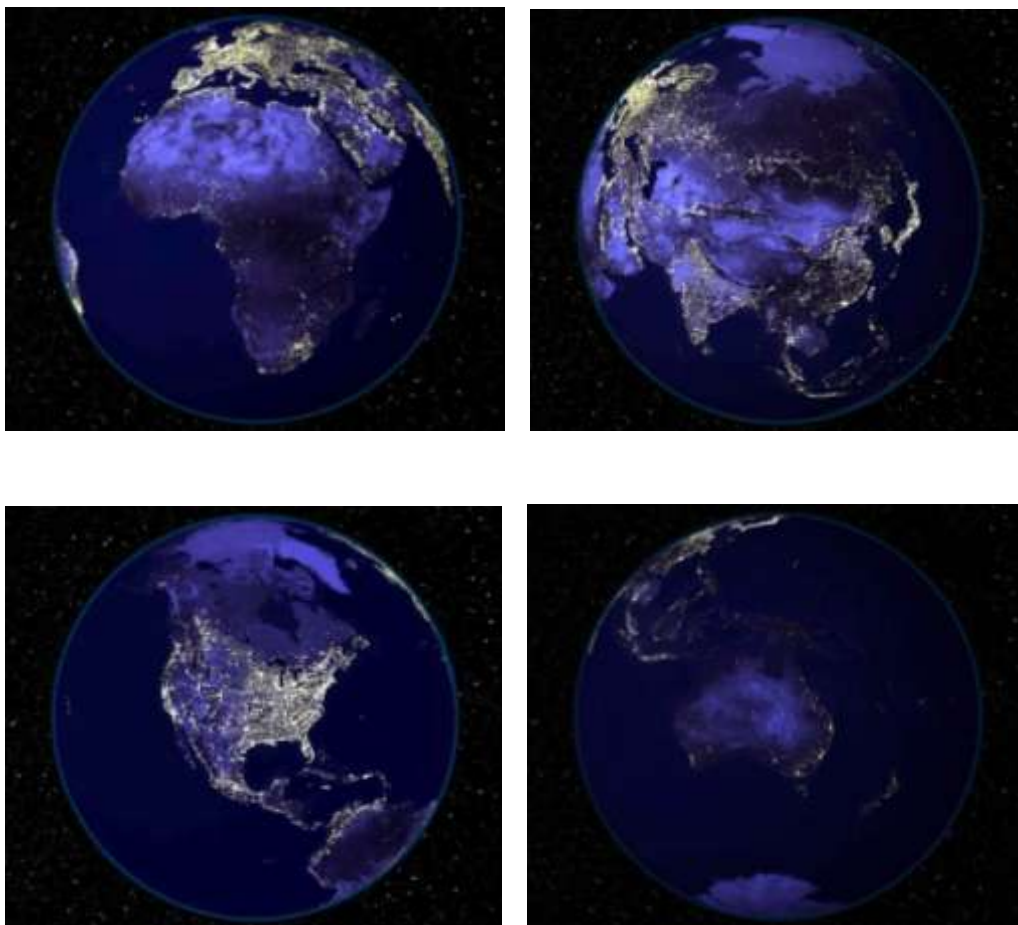
Сл. 9. Динамика на урбаната и руралната популација на светско ниво за периодите: 1950-2030

Една од поважните карактеристики на градовите е концентрацијата на голем број жители на единица површина. Практично, тоа ги определува односите на градот со животната средина (загадување на воздухот, продукција на отпад итн.). Густината на населението во урбаните центри во големите градови во Европа се движи од 5000 па сè до повеќе од 10.000 жители на квадратен километар (во источниот дел на Азија тие бројки можат да бидат многу поголеми). Просечно, густината на населението во градовите во Европа се движи од помалку од 1000 до над 5000 жители на  $\text{km}^2$ .

Повеќе од 2/3 од населението во Европа живее во урбани подрачја.

Покрај географските карактеристики (географска положба, клима, морфологија), градовите можат да се опишат и според населението, социјалните односи и економските активности. Од аспект на екологија на системите, градот може да се спореди со екосистем со своја структура, функции и метаболизам. Градовите се карактеризираат со комплексни односи помеѓу физичките, социјалните и економските параметри (варијабли), заради што тешко може да се одредат интеракциите помеѓу урбаните системи и животната средина.

Градовите заземаат само околу 2% од вкупното копно, но нивното влијание врз животната средина не соодветствува на површината што тие ја зафаќаат; напротив, многу е **поголемо** (во однос на користење сировини, енергија, загадување итн.) (Сл. 10).



Сл. 10. Различни континенти набљудувани ноќе од сателит - Африка и Европа, Азија, Северна Америка, Австралија со Океанија (се забележува дека

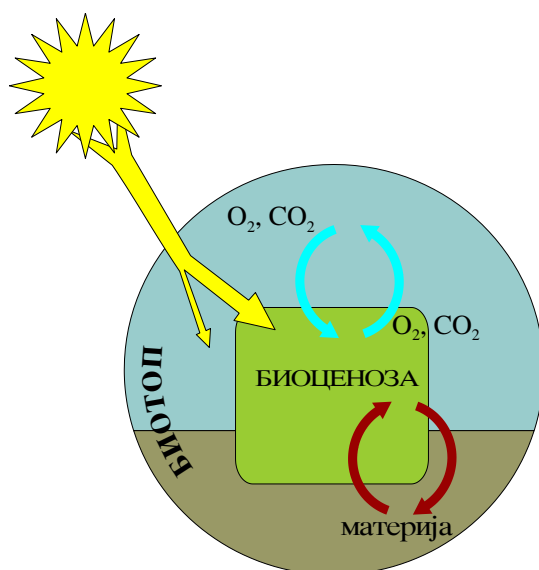
осветлените делови на континентите се многу повеќе од 2% територија, “очигледно” градовите имаат поголемо влијание отколку што тоа може да се претпостави врз основа на територијата што ја зафаќаат)

### 3.3 Основни принципи на функционирање на антропогените екосистеми

Антропогените екосистеми мораат да почиваат на истите принципи како и природните екосистеми за да можат да функционираат и да се одржуваат. Во основа, тоа подразбира внес на енергија и кружење на материја.

Сепак, во контекст на основните принципи на функционирање, постои огромна разлика помеѓу природните и антропогените екосистеми. Исто така, внатре во антропогените екосистеми постои драстична разлика помеѓу агроекосистеми и урбаните (еко)системи.

**Природните екосистеми** добиваат енергија од сонцето и ја трансфор-



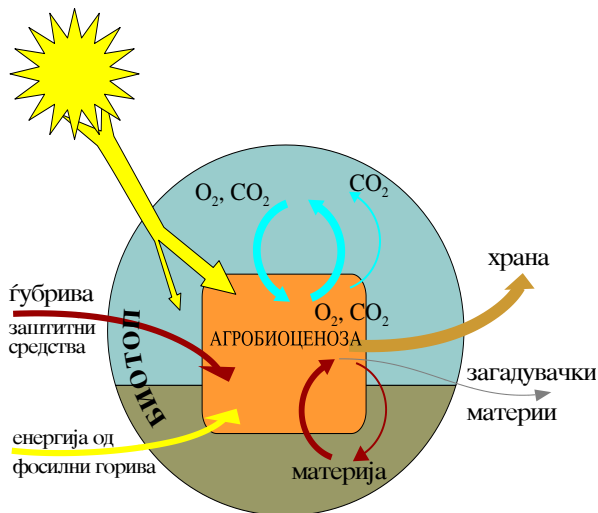
Сл. 11. Шема на основните принципи на функционирање на природните екосистеми

мираат во потенцијална хемиска енергија која постепено се пренесува низ синџирите на исхрана и постепено се расејува во форма на топлотна енергија сè до конечно губење во процесот на деградација на мртвата органска материја. За разлика од енергијата, материјата во секој “целосен”, “потполн” екосистем кружи помеѓу трофичките степени во биоценозата и абиотичкиот дел на екосистемот. Размената на материја помеѓу екосистеми во рамките на биосферата може во овој контекст да

се занемари (Сл. 11).

Основната разлика помеѓу природните и антропогените екосистеми се состои во нарушување на процесот на кружење на материја и/или проток на енергија во екосистемот.

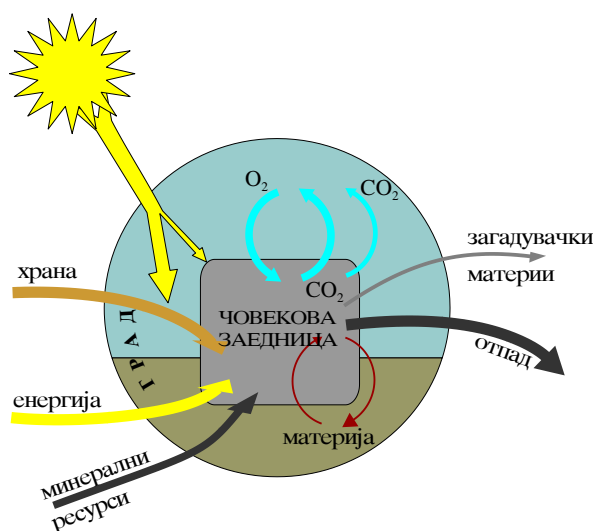
**Агроекосистемите** наликуваат на природните екосистеми во однос на протокот на енергијата. Продукцијата на органска маса почива на усвојување на сончевата енергија. Така било во тек на најголемиот дел од развојот на земјоделството (во тек на аграрната цивилизација - до периодот на



Сл. 12. Шема на основните принципи на функционирање на агроекосистемите.

од екосистемот (Сл. 12). Интензитетот на внес на материја зависи од типот на земјоделската активност - колку поекстензивна, толку помалку материја од надвор е потребна.

Со оглед на природата на внесената материја, искористувањето од страна на растителноста или стоката, агроекосистемите имаат големо негативно влијание врз животната средина. Не треба да се заборави и директното влијание врз деградацијата на природните екосистеми со зафаќање земјиште.



Сл. 13. Шема на основните принципи на функционирање на урбаните (еко)системи

индустријализацијата). Денеска, заради обезбедување поголеми приноси, во агроекосистемите се внесува дополнителна енергија преку примена на агротехничките мерки (фосилни горива за орање, жнеење, итн., енергија за добивање гудрива и пестициди итн.). Во однос на кружење на материите, агроекосистемите делумно или целосно зависат од внесената материја (гудрива) од страна на човекот бидејќи поголемиот дел од продуцираната биомаса се отстранува

**Урбаните (еко)системи** се слични на агроекосистемите во однос на внес на материја, само што тој внес е уште поизразен. Урбаните системи целосно зависат од внесената материја од надвор, а во најголема мерка таа материја се внесува од агроекосистемите и само

незначителен дел од природните екосистеми (Сл. 13 и 14). Како расте урбанизацијата и процентот на урбано население на Земјата, така се зголемува притисокот на агроекосистемите и барањето за производство на сè поголеми количества храна. Оттука следува и зголемениот притисок на земјоделството врз природните екосистеми и загадувањето на животната средина.

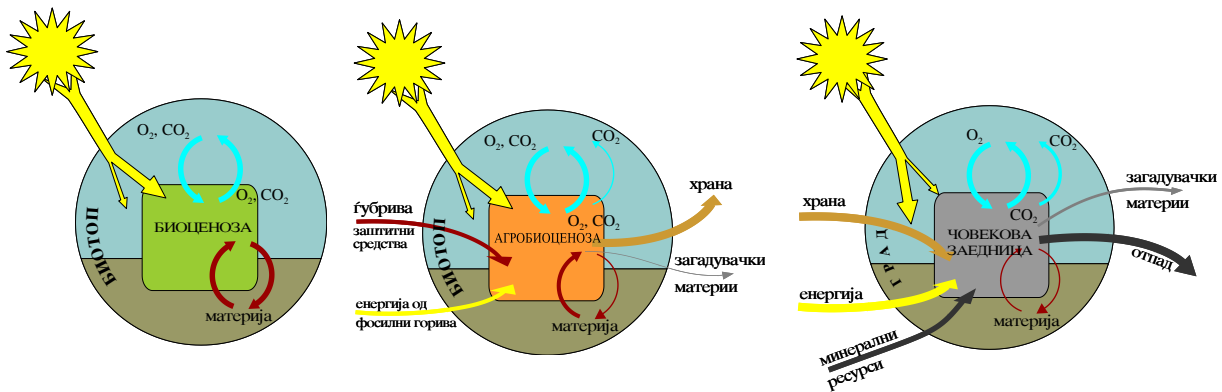
За разлика од природните екосистеми и агроекосистемите урбаните (еко)системи целосно зависат од надворешни извори и во поглед на снабдување со енергија. Енергијата во урбаните екшнски системи се донесува од повеќе извори, но главно од фосилни горива (складирана сончева енергија во длабоките делови на литосферата низ геолошките периоди). Дел од енергијата се добива за сметка на радиоактивните материи и хидропотенцијалот (Таб. 3).

Затоа урбаните (еко)системи не можат да се наречат “екосистеми” туку обично се нарекуваат “урбани еколошки системи” или скратено “урбани (еко)системи”.

Како дел од еколошките системи, градовите влијаат или се под влијание на природните циклуси (кружење на материја). Градовите зависат од достапноста на природни ресурси. Тие внесуваат вода, енергија и материјали од надвор (други екосистеми) кои се преработуваат во добра и услуги. На крај, ваквите преработени материи се враќаат во животната средина (биосферата) во облик на емисии и отпад. Големата густина и концентрација на луѓе и активности ги прават градовите главни предизвикувачи на локални, регионални и глобални промени во животната средина.

Како заклучок може да се каже дека основна карактеристика на антропогените екосистеми е внес на енергија и материја од надвор (од други екосистеми). Со тоа се нарушува рамнотежата во биогеохемиските циклуси на материјата во биосферата (Сл. 14).

Бидејќи во основа сите еколошки системи функционираат на принцип на проток на енергија и кружење на материја, во антропогените екосистеми човекот мора да обезбеди кружење на материја (со цел да не се нарушат драстично основните биогеохемиски циклуси) - рециклирање, реупотреба, враќање на материја во природен облик во биосферата итн. Енергијата мора



Сл. 14. Шема на основните принципи на функционирање на природни, агроекосистеми и урбани (еко)системи.

да се снабдува од одржливи извори (фосилните горива се практично необновливи), а најсоодветна на природните екосистеми е сончевата енергија.

**Енергија и антропогените екосистеми.** Количеството енергија добиена од фосилни горива што се троши во светот за една година денеска е еднакво на количеството фосилни горива што природата го создавала за еден милион години!

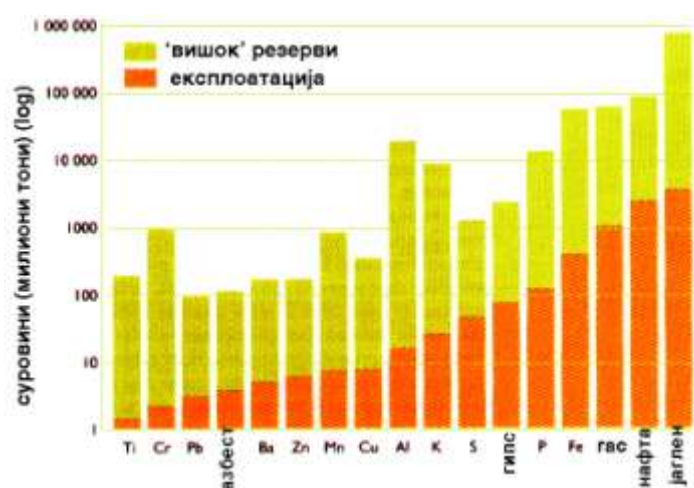
Според податоците на UNEP, потрошувачката на енергија во светот рапидно се зголемила во текот на последните децении: од 1650 милиони тони нафтен еквивалент (toe) во 1950 година, на 8100 toe во 1990. Годишниот раст на потрошувачка на енергија од 2,2% на почетокот на XX век се зголемил за повеќе од два пати помеѓу 1950 и 1970 година. По порастот на цената на нафтата во 1970 година, тој процент се стабилизирал на 2,3% до 1990 година.

Со оглед на тоа што фосилните горива се необновливи извори на енергија, одржливиот развој не може да се потпира на нив. Покрај тоа, фосилните горива имаат и најголемо негативно влијание врз животната средина.

Таб. 3 Светска и европaska потрошувачка на примарна енергија (toe)

Подрачје	Период	Јаглен	Нафта	Гас	Нуклеар.	Хидро	Други
Општо -	1970	31,7	46,8	18,8	0,9	1,7	/
Свет	1990	28,5	40,5	22,2	6,3	2,5	/
Западна	1970	27,6	60,3	6,3	1,2	3,0	1,6
Европа	1990	19,3	44,0	16,6	14,4	3,0	2,7
Источна	1970	60,1	23,3	13,1	/	1,0	2,4
Европа	1990	48,4	24,2	20,1	4,5	1,1	1,6

**Примарни сировини и антропогените екосистеми.** Најголемиот дел од материите што се користат како интермедијарни продукти или продукти за широка потрошувачка се добиваат со физички или хемиски методи на преработка на природните сировини. Потрошувачката на метали и руди расте на светско ниво (иако има разлики помеѓу одделни земји). Иако денеска постојат значителни промени во користењето и преработката на метали во одделни земји (замена на нечистите технологии и металургијата со напредни технологии), како и поради растечкото рециклирање, сепак, притисокот на необновливите минерални ресурси е голем (Сл. 15).



Сл. 15. Резерви и продукција на сировини на светско ниво

### **3.4 Земјоделски произведен простор (агросфера)**

Во слободната природа (биосферата), како што спомнавме, постојат животни заедници (биоценози) на сите живи организми (растенија, животни, микроорганизми и сл.). Во таквите заедници владее природна рамнотежа, во која материјата посгојано кружи во затворен круг. Во тој круг зелените виши растенија, со помош на процесот на фотосинтеза, ја врзуваат сончевата енергија, и со помош на  $\text{CO}_2$  од воздухот создаваат органска материја. Таа органска материја по згинувањето на растенијата, во процесот на минерализацијата, се разлага до крајни минерални продукти, кои повторно служат за исхрана на растенијата и на тој начин се затвора кругот. Тој процес во природата постојано се повторува без директно влијание на човекот.

Човекот го претвора населениот простор (слободната природа) во земјоделски произведен простор (агросфера) на тој начин што ги уништува оние видови што не му се потребни, а воведува нови оние што му се потребни (културни растенија и домашни животни). На тој начин човекот создава нови односи, нови животни заедници, т. н. „културна природа“ во која владеат други односи. Од слободната природа, т. е. од населениот простор (биосфера) човекот за своите потреби издвоил дел од населениот простор и на него почнал да одгледува културни растенија и домашни животни, т. е. да организира земјоделско производство. Со тоа човекот се става во зависност од живите организми (културните растенија и домашните животни), при што и самиот станува член на таа заедница (агробеоценозата).

Со создавањето на земјоделскиот произведен простор (агросферата), односно со обработката на почвата и со одгледувањето на културни растенија и домашни животни, човекот направил големи промени во природата (биосферата) и почнал да ја менува, т. е. да ја приспособува на своите потреби. Во агросферата човекот свесно и плански го организира растителното производство. Кога човекот ќе го напушти земјоделскиот произведен простор, тој простор повторно станува дел од слободната природа.



Земјоделскиот произведен простор настанал и настанува постгенено, со издвојување од населениот простор на оние делови во кои постојат услови за успешно одгледување на културни растенија и домашни животни. Почетокот на создавањето на земјоделскиот произведен простор се поклопува со времето кога човекот почнал да се занимава со земјоделство.

Најголем дел од површините на земјоделскиот произведен простор во светот се добиени, т. е. усвоени од природните тревни површини (стеи, савани, прери и сл.). Оваа природна растителна формација настанува во услови на семиаридни и аридни климатски услови, а тоа се областите на степеите, саваните и прериите. По правило, овие почви се богати со хумус и минерални материи и спаѓаат меѓу најплодните почви. Приведувањето на овие почви во култура е најлесно, бидејќи треба само да се разорат.

Во хумидни (влажни) подрачја голем дел земјоделски површини настанале, т. е. се создадени со сечење или со палење на шуми или грмушки. Од тие површини морало да се вадат пенушките за да може почвата да се обработува. Со палење на шумите се добива и пепел (минерални материи), кои ја збогатуваат почвата со хранливи материи. Шумските почви, претежно, се со влажна клима, често испрани, поси ромашни се со хранливи минерални материи и помалку се плодни.

Земјоделски произведен простор (агросфера) може да се создаде и со исушување на мочуришта (кај нас исушување на Моноспитовското Блато, регулирање на река Црна и сл.), со исушување на езера и делови од мориња и сл. На пример, Холандија во последниве сто години има "отргнато" големи површини од морето. На тие површини, кои се викаат "полдери" е организирано интензивно земјоделско производство. Практично се работи за создавање на земјоделски површини под морското ниво. Тоа се прави на тој начин што се прават „острови“ (полдери) опкружени со големи заштитни почвени (земјени) насипи кои истовремено служат и како главни сообраќајници. Од „островите“, потоа, се вадат (испумпува) водата и се испушта во морето кое го опкружува „островот“ (полдерот). Инаку, полдер е холандски збор што значи остров.

Од еколошка гледна точка, создавањето на земјоделски произведен простор претставува „насилство“ над природата од траен карактер. На овие површини се нарушува природната рамнотежа во слободната природа за

сметка на релативно мал број културни растенија и домашни животни, кои човекот ги одгледува за добивање на храна и други производи. Меѓутоа, од аспект на задоволување на потребите на човекот, ова претворање на дел од слободната прприода во земјоделски произведен простор (агросфера) е неминовно и оправдано, бидејќи агросферата обезбедува опстанок на човекот, негов понатамошен економски, општествен, социјален и духовен развиток.

Површината на Земјата-планета изнесува околу 510 милиони км<sup>2</sup>. Најголем дел од површината е под вода (водни биотопи). Делот под вода изнесува околу 361 милион км<sup>2</sup>, односно 70,8%, а остатокот од 1,49 милиони км<sup>2</sup>, односно 29,2% од површината отпаѓа на копното.

Површината на земјоделскиот произведен простор (агросферата) изнесува околу 1,44 милијарди хектари, што претставува околу 10,6% од површината на копното.

### **3. Елементи на земјоделскиот произведен простор (агросферата)**

**Земјоделскиот произведен простор го сочинуваат следните елементи:**

- агробиотопот (земјоделското станиште),
- агробиоценозата (земјоделска животна заедница) и
- агроекосистемот (земјоделски екосистем).

**Во слободната природа агробиотопот се наречува биотоп, агробиоценозата-биоценоза, а агроекосистемот се наречува екосистем.**

#### **3.1. Агробиотоп (земјоделско станиште)**

Земјоделскиот производен простор (агросферата) **не е насекаде ист. Тој варира во зависност од климатско-почвените услови и од релјефот. Под влијание на еколошките фактори формирани се одделни подрачја со слични услови.** Тие, таквите подрачја, кои имаат помалку или повеќе слични услови се нарекуваат агробиотопи (земјоделски станишта).

Големината на еден агробиотоп зависи, пред сè од релјефот. **Така, на пример, во рамничарските реони агробиотоите се од поголеми димензии (Овче Поле, Пелагонија и сл.), а на ридско-планинските подрачја со**

помали димензии (висорамнината Витачево, на пример, и сл.). Различноста на агробиотопите е причина за регионалноста на растителното земјоделско производство, а тоа е основа на растителната реонизација.

### **3.2. Агробиоценоза (земјоделска животна заедница)**

Под агробиоценоза (земјоделска животна заедница) се подразбира заедницата на културни растенија, домашни животни и нивните придружни членови кои го населуваат агробиотопот. **Агробиоценозата е производна животна заедница во еден агробиотоп. Таа има јасен производен карактер.** Гледано од еколошки аспект земјоделското производство, всушност представува искористување на агробиотопот, како сигурен жив систем за потребите на човекот.

Агробиоценозата ја сочинуваат главни и споредни (придружни) членови, и тоа: а) главни членови:

- културните растенија, домашните животни и самиот човек,

б) споредни (придружни) членови:

- плевелите, инсекти (корисни и штетни), микроорганизмите (корисни и штетни), птиците, почвената фауна и сл.

Агробиоценозата, којашто, како што видовме, е составена од разни видови, опфаќа две главни компоненти без кои не може да се остварува егзистирањето (опстанокот) на агробиоценозата и животот воопшто. Тоа се: а) автотрофни и б) хетеротрофни организми.

Автотрофни се оние организми што неорганските форми на енергија ги претворат во органски (Rieklcfa, 1976-цит. по Лозановски).

Најголемо значење за човекот, т. е. за земјоделското растително производство имаат вишите зелени растенија кои, со помош на хлорофилот можат да ја користат сончевата енергија и низ процесот на фотосинтезата, од  $\text{CO}_2$ , водата и минералните материји, да создаваат органска материја во која е акумулирана потенцијална енергија.

Хетеротрофните организми, како единствен извор на енергија, ја користат органската материја произведена од автотрофните организми. Овие организми опфаќаат две групи, и тоа: биофаги и сапрофаги (од грчки сапро-разложување).

Биофаги се организми коишто се хранат со органска материја од живи организми (т.е. со свежа органска материја). Овие понатаму се делат на: растителнојадни и месојадни.

Сапрофаги се организми коишто се хранат со мртва, отпадната, органска материја, што веќе се наоѓа во процесот на распаѓање. Сапрофагите се наречуваат уште и детритојадни (од латинскиот збор детерере, што значи трошење, абење). Во оваа група спаѓаат, главно, голем дел од микроорганизмите (габи, бактерии и сл.) кои во најголема мера вршат разложување на органската материја до неоргански продукти.

Агробииоценозата може да се подели на две главни групи:

- агрофитоценоза и
- агрозооценоза.

На овие две групи треба да им се додадат и нивните придружници. Оваа поделба е условна бидејќи овие две заедници не можат да се одвојат, но оваа поделба ја олеснува анализата на сложените односи во агробииоценозата.

Агрофитоценозата претставува заедница на културните растенија и нивните придружници (плевелите) кои го населуваат агробииотопот. Агрофитоценозите се "отворени" заедници, што значи дека многу лесно се менуваат, во нивниот состав доаѓаат нови, а излегуваат некои од "старите" членови (некои културни растенија се напуштаат, а се воведуваат нови културни растенија, нови сорти и сл.).

Агрозооценозата е дел од агробииоценозата која ја сочинуваат домашните животни и нивните придружници. Таа е сведена на реалтивно мал број видови: цицачи, птици и два вида инсекти (пчелата и свилената буба).

Во агробииоценозата, со дејството на нејзините членови, паралелно се одвиваат процеси на создавање, трошење и разгледување на органската материја. Според улогата што ја имаат во тие процеси, членовите на агробииоценозата се делат во три групи, и тоа:

- производители на органска материја. Тука спаѓаат културните растенија,
- потрошувачи, каде што спаѓаат човекот, домашните животни и животните од придружниот комплекс,
- разградувачи, во кои спаѓаат микроорганизмите и почвената фауна.

Културното растение е вистински производител во агробииоценозата, бидејќи од неоргански материји ( $\text{CO}_2$ , вода и минерални материји), користејќи ја

сончевата енергија, создава органска материја и на тој начин посредува меѓу органскиот и неорганскиот свет.

Домашните животни ја трансформираат примарната (растителната) материја во нови облици (за човекот), т. е ја облагородуваат примарната органска материја и му обезбедуваат на човекот многу квалитетни производи (месо, млеко, волна, јајца, кожа и сл.) Домашните животни се хранат со растенијата кои се одгледуваат за сточна храна (фуражни култури). Покрај ова, тие се хранат и со отпадоци од растителните производи. Шталското ѓубре се користи за ѓубрење на почвата и на тој начин се подобрува плодноста на почвата.

Човекот во агробиоценозата е најголем потрошувач. Тој како организатор на растителното производство се грижи за одржана рамнотежа меѓу членовите во агробиоценозата. Исто така, човекот ја усовршува агробиоценозата преку селекција на нови сорти и хибриди култури растенија и нови раси домашни животни.

Најголемиот број од споредните (придружните) членови на агробиоценозата се јавуваат како консуматори.

Односите на исхраната во агробиоценозата се посложени отколку во слободната природа, т. е во биоценозите.

Процесот на кружење на органската материја во слободната природа (биоценозата) е урамнотежен. Целата произведена органска материја останува на исто место и се минерализира. Тоа значи дека во слободната, природната, животна заедница кругот на движењата на материјата е затворен», т. е постои затворен синџир на исхраната.

Меѓутоа, во агробиоценозите (земјоделските животни заедници) синџирот на исхраната е прекинат со одземањето на голема количина органска маса во вид на растителни производи (принос), поради кои човекот и ги одгледува културните растенија. Со цел и во агробиоценозата да се одржува динамична рамнотежа на материјата и почвата да не се осиромашува со хранливи материји, човекот интервенира со внесување на ѓубрива (органски и минерални), со кои се надоместуваат материите кои културните растенија со своите приноси ги изнесуваат од почвата. Без таква интервенција од страна на човекот, приносите неминовно би опаѓале од година во година. Според тоа, агробиоценозата е потполно зависна од човекот. Тој е основниот фактор за

одржување и понатамошно унапредување и развиток на агробиоцеиозата. Како резултат на постојаната грижа на човекот, се воспоставува динамична рамнотежа во агробиоцеиозата.

Најважна карактеристика на агроекосистемите во поглед на структурата на заедницата е недостаток на одредени алки во синџирите на исхрана и доминација на одредени видови поддржувана од човекот (монокултура). Оваа доминација на некој вид (обично растителен вид што се одгледува заради добивање принос) се одржува со помош на отстранување на конкуренцијата (хербициди или механички). Намалувањето на квалитативниот состав на биоценозата (промени во структурата на биоценозата) доведува до нарушување на стабилноста на заедницата заради нарушените биотички односи (но и заради несоодветните адаптации на културата). Тоа пак, од своја страна, предизвикува популациски бум на други видови коишто можат да ја уништат културата што повлекува додатни интервенции на човекот - употреба на инсектициди, родентициди, фунгициди или биолошки начин на борба против “штетниците”. (Значајно е што доскорешните учесници во синџирите на исхрана во биоценозата сега се трансформираат во т.н. од агрономите и шумарите “штетници”).

Покрај нарушувањата на видовиот диверзитет во агробиоценозата, земјоделството и агроекосистемите имаат силно влијание и врз општиот биодиверзитет: намалување на природните станишта и екосистеми, фрагментација на стаништата, уништување на видови заради недостаток на станишта и намерно уништување. Особено е значајно во тој контекст интензивното земјоделство. Во огромните земјоделски посеи комплетно е нарушен диверзитетот во рамките на пределот (пределот станува бесструктурен - само полиња - таков предел во Западна Европа се вика **polders**), а постоечките сорти и раси се заменуваат со нови, помалубројни и попродуктивни со што се губи генетскиот диверзитет.

### **3.3. Агроекосистем (земјоделски еколошки систем)**

Под агроекосистем (земјоделски еколошки систем) се подразбира единството помеѓу агробиотопот т.е. агробиотичките фактори (клима, почва, релјеф) и агробиоценозата т.е. биотичките фактори (културните растенија,

домашните животни и слично). Секоја агробиоценоза е вклопена во одреден агробиотоп и со него прави био-еколошка целина. Затоа, овие два елементи третирали заедно даваат еден нов квалитет – агроекосистем. Во него постојат цврсти меѓусебни односи и влијани помеѓу агробиотопот и агробиоценозата низ кои се одвива протокот на енергијата и размена на материите, што овозможува одржување на животот во агроекосистемот.

Агроекосистемот во најново време се дефинира како “биолошки и природен систем за ресурси управуван од човекот со примарна цел за производство на храна како и други општествено вредни непрехранбени добра и услуги на животната средина” (за “услуги” се сметаат на климатски промени и биогеохемиски циклус на јаглерод, биодиверзитет, води).

Агроекосистемоте, или земјоделските екоисистеми, се оние екоисистеми што се користат во земјоделството и тоа на сличен начин, со слични компоненти, слични взаемни дејствија и функции. Агроекосистемоте опфаќаат поликултури, монокултури и мешани системи, вклучувајќи фарми (crop-livestock systems - системи сточна храна-стока), агрошумарство, агро-силво-пасишни системи, аквакултура (рибници), како и пасишта и угари.

Можат да се сретнат насекаде во светот, од влажни станишта и низини до сушни предели и планини. Основна карактеристика им е нивната интеракција со човековите активности, вклучувајќи ги социо-економските активности и социокултурниот диверзитет.

Стабилноста на агроекосистемот зависи од својставата на агробиотопот (почва, клима, релјеф) и од усогласеноста на агробиоценозата (културните растенија и животни) со агробиотопот т.е. факторите од надворешната средина. Ако почвено-климатските услови во еден агробиотоп не се поволни за растително производство ткаво агроекосистем не е стабилен, па производство во него не е сигурно т.е. не е стабилно. Исто така, ако со интервенцијата на човекот во агроекосистемот се направат некои крупни грешки, се доаѓа до нарушување на рамнотежата на еколошките фактори (агробиотопот) што негативно се одразува на растителното производство.

Во агроекосистемот постојат цврсти, доста сложени односи и вилијанија меѓу агробиоценозата, од една и агробиотопот од друга страна. Во агроекосистемот се воспоставуваат три типа на односи: акција, реакција и коакција.

Агробиотопот (преку почвата, климата) влијае врз агроекоценозата. Оваа влијание се вика акција. Меѓутоа постои повратно дејство т.е. влијание на агроекоценозата врз агробиотопот – тоа е реакција. Ова влијание се манифестира главно преку приментата на агротехничките мерки со кои човекот како член на агроекоценозата ги регулира условите на надворешната средина (агробиотопот). Тие мерки се обработка на почвата, ѓубрење, хумизација, калцификација, наводнување и слично, но така што целиот комплекс од агротехнички мерки се применува во границите на оптималното усогласување на односите на агробиотопот и агроекоценозата. Коакција е меѓусебно дејство на различните организми во агроекоценозата, кои се разновидни (односите помеѓу културните растенија и плевелите). Односите на различните организми (коакцијата) можат да бидат толернатни (да не си пречат едни на други), симбионтски (обострана корист т.е. меѓусебно да си помагаат), паразитски (габни и бактериски заболувања), конкурентски (односи плевели-културни растенија), предатроски (меѓусебно да се јадат) и други.

Продуктивноста на агроекосистемот зависи од својствата на агробиотопот, составот и својствата на агроекоценозата и од мерките што човекот ги презема при користењето на земјоделскиот произведен простор.



Сл. 16. Основни карактеристики и компоненти на агроекосистем



Основните карактеристики и компоненти на агроекосистемите (Сл. 16) се исти како оние на природните екосистеми: процесите на примарна продукција (сончева енергија), консументи и разградување кои се наоѓаат во содејство со абиотичките компоненти на еколошкиот систем и резултираат со проток на енергија и кружење на материја. За разлика од природните екосистеми, економските, социјалните и другите факторите на животната средина **мора** да бидат додадени на основниот концепт заради антропогениот елемент којшто е многу тесно поврзан со создавањето и одржувањето на агроекосистемите.

Основните разлики со природните екосистеми опфаќаат:

1. Додатни извори на енергија што се користат за да се унапреди продукцијата; тоа се преработени горива (фосилни), животински и човечки труд;
2. Редукција на диверзитетот на видови со управувањето од човекот, со цел да се зголеми приносот на специфични култури или стока;
3. Доминантните растителни или животински видови се повеќе под вештачка отколку под природна селекција;
4. Контролата е надворешна и целна, а помалку внатрешна преку повратна спрега на потсистемите, како што е во природните екосистеми.

Агроекосистемите не настануваат без човечка интервенција во пределот. Тие се поврзани со човековите економски цели на продукција, производство и заштита. Затоа агроекосистемите се по дефиниција контролирани екосистеми.

Сите екосистеми се отворени (вршат размена на материја и енергија со други системи), но агроекосистемите се најотворени. Кај нив постои голем изнес на растителни и животински продукти (поголемиот дел од продукцијата), како и зголемени можности за загуба на минерални материји. Затоа модерните агроекосистеми се исклучително зависни од човековите интервенции и не би можеле да опстанат сами за себе. Поради тоа тие понекогаш се нарекуваат вештачки системи (спротивно на природните екосистеми).

Дефинициите на агроекосистемите често ја опфаќаат целокупната основа за поддршка (енергија, додадена материја, семиња, хемикалии, дури и социо-политичко-економскиот матрикс во кој се донесуваат одлуки за управување со нив). Тоа е всушност и поле на интерес на агроекологијата. Поради тоа, Кросли (1984) смета дека основата на агроекологијата треба да биде

**земјоделско-стопански систем (farm system)** кој се состои од повеќе агроeko-системи, вклучително и механизми за поддршка.

Сепак, агроeko-системите ги задржуваат основните функционални карактеристики на екосистемите - механизмите за зачувување на минералните елементи, начините на складирање и користење на енергијата и регулација на биодиверзитетот.

Со оглед на намената, основни карактеристики на агроeko-системите се:

- зголемена продуктивност на продуцентите преку нагубрување;
- подобрена продуктивност преку вештачка селекција на сорти и раси;
- управување со “штетниците” со најразлични контролни механизми;
- управување со различни аспекти на хидролошкиот циклус;
- обработка на почвата.

Основните карактеристики на агроeko-системите (одржливи и класични) во однос на природните екосистеми се прикажани на Таб. 5 и 6.

Таб. 5 Споредба на природните екосистеми со агроeko-системите (еколошки приод)

	<b>Природни екосистеми</b>	<b>Агроeko-системи</b>
Нето продукција	средна	висока
Трофички интеракции	комплексни	едноставни, линеарни
Диверзитет на видови	висок	низок
Генетски диверзитет	висок	низок
Биогехемиски циклуси	затворени	отворени
Стабилност (отпорност)	висока	ниска
Антропогена контрола	независни	зависни
Траење (време)	долго	кратко
Хетерогеност на стаништето	комплексна	едноставна

Таб. 6. Својства на природните екосистеми споредени со одржливи и конвенционални агроeko-системи (агроeko-лошки приод)

(Својствата припишани на овие системи се најприменливи на ниво на фарми - ниви и за кратко- до среднорочни рокови)

	<b>Природни екосистеми</b>	<b>Одржливи агроeko-системи</b>	<b>Конвенционални агроeko-системи</b>
Продукција (принос)	низок	низок/среден	висок

Производство (процес)	среден	среден/висок	низок/среден
Диверзитет	висок	среден	низок
Отпорност	висок	среден	низок
Стабилност во output-от	средна	ниска/средна	висока
Флексибилност	висока	средна	ниска
Човекови нарушувања на еколошките процеси	ниски	средни	високи
Отпорност на надворешни антропогени внесови	ниска	средна	висока
Автономија	висока	висока	ниска
Одржливост	висока	висока	ниска

Основните карактеристики на агроекосистемите во поглед на материјално-енергетскиот биланс (основната карактеристика на функционирањето на секој екосистем) подетално беа опишани во воведот, при определувањето на разликите помеѓу природните и антропогените екосистеми.

#### 4. Главни карактеристики на растителното земјоделско производство

Културните растенија, како и растенијата воопшто, претстауваат фабрика која произведува органска материја потребна за опстанок на хетеротрофните организми. Главни карактеристики на земјоделското растително производство се: биолошката основа на производството, бавност, репродукција, обезбедувањето на вегетативниот простор за секое растение, зависноста од географската положба и слично.

**Биолошка основа на растителното производство** значи дека се работи за биолошки процес што тече спонтано, сам од себе. Растенијата во својот живот поминуваат низ неколку развојни фази до завршувањето на вегетацијата (животот). Кога биолошкиот процес почнува, не може да се споре, ниту да се извени. Сепак, при одгледувањето на културните растенија, понекогаш може да се влијае одделните фази, односно стадиуми од развитокот да се скратат или да се одвиваат во посебни услови, со цел да се добие повисок принос или подобар квалитет. Тоа може да се постигне со јаровизацијата на семето, со одгледување на култури со долг ден во услови на кус ден и обратно.

**Бавност** во растителното производство произлегува од карактерот на биолошкиот процес и дека треба да помине одреден временски период за да се добие очекуваниот производ (реколта). Тоа трае цел вегетациски период, кој обично изнесува 4-10 месеци, а кај повеќегодишните култури многу повеќе. Кај некои култури под влијание на климатските фактори настанува период на мирување на вегетацијата (пр. есенските култури).

**Репродукцијата** е неопходна заради обновување на растителното производство. Со завршувањето на вегетацијата престанува и растителното производство. Според должината на вегетацијата културните растенија многу се разликуваат, но постои главна поделба на едногодишни и повеќегодишни култури.

Со цел да се одржи континуираност на растителното производство и да се искористи сончевата енергија да се создаде органска материја т.е. да се обнови производството, потребно е растенијата повторно да се сеат односно садат. Тоа е смислата на репродукцијата во земјоделското производство. Производството на едногодишните култури се обновува секјоа година, а сееењето т.е. садењето на повеќегодишните култури се обновува на неколку години, во зависност од видот на културата.

Во врска со поимот репродукција е и поимот производна единица при одгледувањето на културните растенија. Производната единица се вика вегетативен период, една вегетација или стопанска година. Повеќегодишните култури имаат повеќе вегетации, се' до крајот на нивниот живот, кога мора да се обнови насадот, односно посевот. Во нашите климатски услови поради менувањето на годишните времиња, производната година трае од есен до есен. Таа е усогласена во сеидбата на есенските култури и нивната жетва во лето наредната година.

**Обезбедувањето на вегетативниот простор** за секое растение е неопходно за да може растението да ја користи почвата и климатските фактори. Големината на вегетативниот простор зависи од видот на културното растение т.е. хабитусот на културата и целта на одгледувањето. Ако како единица површина се земе еден хектар, тогаш на оваа површина живеат неколку стотици (кај некои овошни видови), до неколку милиони растенија (кај житата 5-7 милиони, пченката 50-70 илјади растенија). Растителното земјоделско производство бара големи површини, зошто приносот е во

корелација со користената површина. Кај нас единица за земјоделско производство е хектар (ha), а се употребува и декар, ар и m<sup>2</sup>.

Зависноста од географската положба е едно од главните карактеристики на земјоделското растително производство. Растенијата како автотрофни организми се врзани за одредено станиште, а во текот на својата долготрајна еволуција се приспособиле во прв ред на одредени климатски услови, особено кон температурните услови. Тоа значи се јавуваат специфични потреби од културните растенија во однос на климатските услови, но и во поглед на почвата. Но, и овде климата е доминантен фактор, па во најголема мера се јавуваат зависност на културните растенија од географската положба, заради должината и интензитетот на освојувањето, температурата, водата и слично.

## **5. Еколошките фактори во земјоделското производство**

Под поимот еколошки фактори на животната средина се подразбираат **целокупните надворешни влијанија што доаѓаат од надворешната средина и делуваат на еден или на друг начин врз културните растенија**. Бидејќи тие се одгледуваат во земјоделско производство, својот живот го одвиваат во непосредна врска и влијанија со еколошките фактори. Од тие причини, еколошките фактори се наречуваат уште и како вегетативни фактори. Еколошките фактори делуваат комплексно и заемно се условуваат, дополнуваат и менуваат и можат да се поделат на две големи групи: абиотички и биотички фактори.

Абиотичките фактори се фактори на неживата природа и тие се делат на:

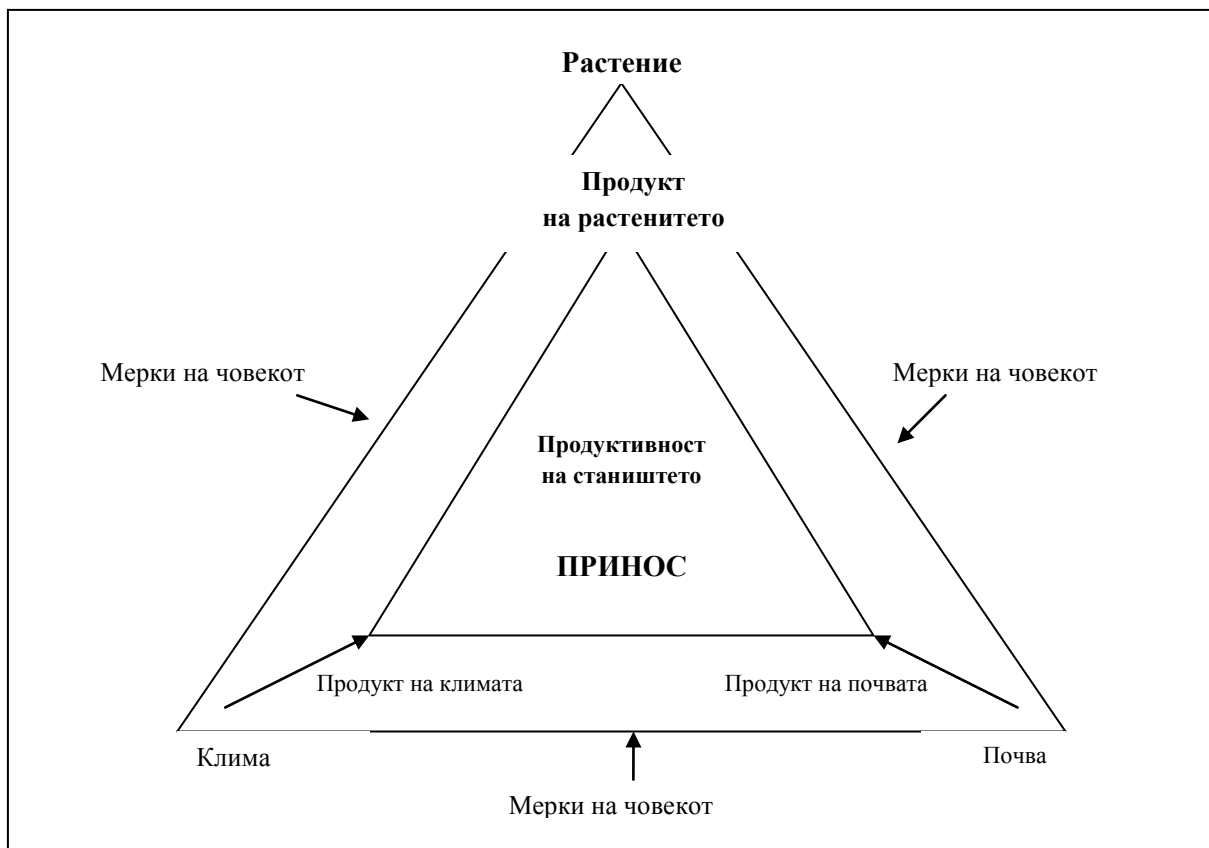
- *Климатските фактори* (температура, светлина, релативна влажност на воздухот, брзина и честота на ветровите, количина и распоред на врнежи).
- *Едафски фактори* (физички и хемиски карактеристики на почвата, односно содржина на одделни биоелементи како и хумусни материи кои влијаат врз продуктивноста на почвата, разновидни токсични материи и др.).

- *Орографски фактори* (релјефна конфигурација, хоризонтална и вертикална разместеност на површината, надморска височина, инклинација, експозиција и др.).

Во биотичките фактори се опфатени целокупните влијанија и дејства на живите организми, посредни или непосредни, врз други организми. Кога се работи за културни растенија во биотички фактори спаѓаат: односите помеѓу културните растенија, плевелите, инскетите (корисни и штетни), микроорганизмите (корисни и штетни), почвената фауна, домашните животни и човекот. Како посебен облик во биотичките фактори се вклучени и сите форми на антропогенетската активност со која на посреден или непосреден начин човекот ги менува физичките, хемиските и биолошките услови на животната средина во позитивна или негативна смисла.

Еколошките фактори се составен дел на секој агроecosистем, при што абиотичките фактори го сочинуваат агробиотопот, а факторите од живата природа (биотичките) – агробиоценозата. Абиотичките фактори се наопходни за животот и развитокот на културните растенија, бидејќи од нив зависи протокот на енергијата и размената на материите, а зависат и од други услови поврзани со животните функции на културните растенија.

За својот опстанок културните растенија бараат или едновременно или заедничко приуство, без исклучок, на сите еколошки фактори од нежива природа. Тоа значи дека сите тие со еднаква вредност и недостатокот на само еден од еколошките фактори го оневозможува животот на растенијата. Количински растенијата не бараат еднакво присуство на сите еколошки фактори. Некои фактори растенијата ги бараат во поголеми количини (вода, светлина, топлина,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$ , макроелементи), додека пак некои еколошки фактори се доволни во трагови (микроелементи). Еколошките фактори не можат да се заменат еден со друг. Не е можно изобилството на еден фактор да се замени со друг фактори, неопходен за животот на растението.



Сл. 17. Еколошки триаголник за дејствување на еколошките фактори во еден агроекосистем (Богусловски 1959, цит. Молнар, 1995).

На Сл. 17 е претставено комплексното дејство на еколошките фактори и од нивното дејствување зависи приносот кај културните растенија.

Освен влијанието на абиотичките и биотичките фактори при објаснувањето на одредени еколошки појави, процеси и нивното меѓусебно дејство, мора да се земе предвид и временскиот фактор, бидејќи еколошките фактори не покажуваат само просторно влијание, туку и временско. Сите еколошки фактори ја правата рамката во која се одвиваат сите животни процеси кај културните растенија – од моментот на никнење, па се до крајот на нивниот живот. Во зависност од **природата и специфичноста на дејствувањето**, еколошките фактори според Gračanin – Ilijanić (1977) може да се поделат на: **биогени** (неопходни); **стимулативни** (корисни) и **ноцидни** (штетни);

Делувањето на сите еколошки фактори зависи од **концентрацијата**, доколку се работи за **хемиски** фактори, поточно од **интензитетот**, ако се работи за **енергетски** фактори. За сите еколошки фактори заедничко е тоа што

во одредена концентрација или интензитет делуваат депресивно односно штетно врз растителните организми и продукцијата на органската материја.

Границите на колебање во кои растението може да ги одвива животните функции се наречува **еколошка валенција** или **амплитуда на приспособување**. Еколошката валенција покажува кој е најмалиот и наголемиот интензитет или концентрација на одреден еколошки фактор при кој растението сеуште може да ги одвива своите животни функции. Еколошката валенција претставува растојаните помеѓу две критични точки на минимум и максимум. Минимумот е оној интензитет на еколошкиот фактор под кој нема услови за живот на растението. Максимумот означува интензитет на еколошкиот фактор преку кој престануваат условите за живот на културните растенија. Оптимумот е оној интензитет на еколошките фактори кој што е најповолно дејствува врз растението.

Растенијата со широка еколошка валенција се викаат еуривалентни (пченица, 'рж, јачмен, овес, лен, коноп, компир, слива, јаболка, круша)/ растенијата што имаат помала еколошка валенција се викаат стеновалентни (памук, детелина, просо, тутун, шеќерна репа, ориз).

Од практична гледна точка, без разлика дали се работи за еуривалентни или стеновалентни културни растенија, треба да им се обезбеди присуство на секој од факторите на надворешната средина за да се овозможи нивен максимален раст и развој, а со тоа и принос што ќе биде најблизок до генетскиот потенцијал за принос на растението.

### **5.1. Човекот како агроеколошки фактор**

Во агроекосистемот: клима-почва-културно растение-човек, значајна улога има човекот. Во агроекосистемот тој е организатор и раководител на производниот процес. Своето влијани во агроекосистемот човекот го остварува преку примента на разни агротехнички мерки.

Агротехничките мерки кои човекот ги применува, можат да обезбедат целосен успех ако при нивната примена се почитуваат одредени принципи. Позначајни принципи на примена на агротехничките мерки се:

- избор на поволни агротехнички мерки,
- начин на примена на агротехничките мерки,
- навременост на изведувањето на агротехничките мерки,



- избор на поволни орудија и машини,
- технолошка дисциплина – совесност при изведувањето на агротехничките мерки.

Избор на поволни агротехнички мерки – при нивниот избор значајно е да се применат оние мерки што во дадените агроколошки услови ќе дадат највисоки можни приноси. При тоа треба да се води сметка применетите агротехнички мерки да бидат усогласени со почвено-климатските услови, како и со барањето на културата.

Начин на примена на агротехничките мерки – со начинот на примена на агротехничките мерки треба да се обезбеди нивно најповолно дејство врз почвата и културата. Така, длабочината на основната обработка зависи, од една страна, од својствата на почвата, а од друга страна, од барањето на културата. Едни култури бараат подлабока, а други поплатка обработка.

Навременост на изведувањето на агротехничките мерки – иако агротехничките мерки се добро одбрани, тие ќе дадат лош ефект ако не се навремено изведени. Доколку одредена агротехничка мерка се изведе во оптималниот рок, дотолку ефектот ќе биде поголем.

Избор на поволни орудија и машини – за изведување на агротехничките мерки потребно е да се изберат најпогодни орудија и машини, бидејќи тоа во голема мера влијае врз квалитетот на изведувањето на тие мерки.

Технолошка дисциплина – совесност – изведувањето на агротехничките мерки бара соодветно знаење и совесност за нивно правилно извршување.

Од сето претходно изнесено произлегува дека човекот е рамноправен фактор во земјоделското производство. Неговата активност обезбедува одржување и понатамошен развој на агрокосистемот, од каде што произлегува и неговата голема одговорност.

## **5.2. Плевелите, штетниците и причинителите на болести како агроколошки фактор**

Плевелите, штетните инсекти, причинителите на растителните болести и други биолошки штетни агенси, како придружни членови на агробиоценозата, се многу значаен биотички фактор во растителното производство. Ако не се

преземаат мерки за нивно елиминирање, приносите може да се намалат во голема мерка, а во некои случаи културата може целосно да пропадне.

Меѓусебните односи културни-растенија-болест-штетник-плевел и справувањето со нив се изучуваат во посебни научни дисциплини: фитопатологија (болести), ентомологија (штетници) и хербологија (плевели).

## **6. Закони на дејствувањето на еколошките фактори**

Секој растителен вид си има своја морфолошка градба со која се разликува од другите, создава плодови кој по својата големина, форма, хемиски состав, вкус и други особини се специфични. Сите овие фактори зборуваат дека со растот, развојот, и продукцијата на растенијата мора да владеат некои физиолошко-еколошки закони. Некои од тие закони што важат во екосистемите се: **закон за развој, раст и продукција кај растенијата, закони на делување на еколошките фактори** кои што се однесуваат на **внатрешните (генетски)** фактори ги поставуваат границите на влијание на надворешните(еколошки) фактори.

Растителното земјоделско производство се организира и управува од страна на човекот и како такво се покорува на општите законитости во дејствувањето на надворешните фактори (законите на приносот) со цел да се добие принос како квалитет и квантитет што ќе го оправда производството.

Законите на принос се детално објаснети во практичниот дел од овој курс.

## **7. Влијание на еколошките фактори врз продуктивноста на агроекосистемите**

Агроекосистемите содржат мноштво на фактори на животната средина и биолошки фактори кои влијаат врз растителната продуктивноста, па би било невозможно да се измери сите. Затоа, важно е да се има некои критериуми за да се намали бројот на варијабли за анализа на оние, кои се клучни во влијанието на опстанокот на растенијата во даден агроекосистем. Употребата на ограничувачки фактори, или клучните ограничувања за опстанок и растителна продуктивноста, е еден од начините да се намали бројот на соберени варијабли. Во областите на висока почвена соленост, клучниот

ограничувачки фактор за продуктивноста на култура може да биде количина на сол во почвата. Во пустини, тоа може да биде вода или достапноста на вода во одредена фаза од животниот циклус на растенијата. Утврдувањето на клучните ограничувачки фактори може да се оствари преку разговори со земјоделската заедница и со помош на знаењето на експерти кои работеле во регионот. Би било важно да се знае бројот на земјоделци што се погодени од секој ограничувачки фактор, влијанието на овој фактор за одгледување на растенијата, како и ризикот од зголемување на овој фактор во иднина. Откако клучните ограничувачки фактори се познати, исто така важно е во земјоделската заедница да поттикнат практиките за управување што се користат за намалување на негативните влијанија.

### **7.1. Влијаните на абиотичките фактори**

Промените во абиотските компоненти на животната средина можат да дејстуваат како стрес фактори на растенијата. Во една генетски разнообразна популација, некои индивидуи ќе бидат подобро адаптирани на тие стрес фактори и ќе преживеат, додека други може да не преживеат. На овој начин, надоворешното влијание врши селективен притисок на културата. Рангот на влијанија и адаптациите што тие ги поддржуваат се претставени во Таб. 1.

Таб. 7. Абитоски влијанија и прилагодувњата што тие ги предизвикуваат.

<b>Аботски фактор</b>	<b>Стрес кај растението</b>	<b>Вид на прилагодување</b>
<b>Температура</b>		
Екстремно ладно	Основни биолошки функции	Толерантност на ладно
Екстремно топло	Основни биолошки функции	Толерантност на топло
<b>Почвени (едафски) фактори</b>		
Висока содржина на глина/слаба дренажа	Основни биолошки функции	Толерантност на поплави
Висока содржина на песок/силна дренажа	Основни биолошки функции	Толерантност на суша
Висока содржина на чакал/камен	Развој на корен	Структура на корен, толерантност на суша
Висока pH	Токсичност	Толерантност на алкалност
Ниска pH	Токсичност	Толерантност на киселост
Висока содржина на	Токсичност	Al толерантност

алуминиум		
Висока содржина на соли	Токсичност	Толерантност на соли
Ниска содржина на хранливи материи	Основни биолошки функции	Висока ефикасност од употреба на хранливите материи
<b>Вода/Режими на врнежи</b>		
Висока преципитација/Почви што задржуваат вода	Основни биолошки функции	Толерантност на поплави
Ниска годишна преципитација	Основни биолошки функции	Мали потреби за вода
Ниска сезонска преципитација	Основни биолошки функции	Толерантност на суша
<b>Светлина</b>		
Низок интензитет на светлина	Фотосинтеза	Толерантност на сенка
Долг/краток фотопериод	Репродуктивна фенологија, Фотосинтеза	Адаптација на фотопериод
<b>Ветер</b>		
Силни локлани ветрови	Евапотранспирација, Струтурен стрес	Јачина на стебло/лист/цвет, Зголемено задржување на вода
<b>Надморска висина</b>		
Ниска достапност на јаглерод диоксид	Основни биолошки функции	Намалено задржување на стомите

## 7.2. Влијание на биотските фактори

Организмите кои го сочинуваат биотски компонента на агроecosистемите исто така имаат голем потенцијал да креираат генетски диверзитет на култура. Интеракциите со другите организми може да бидат позитивни, негативни или неутрални за културата, сите имаат потенцијал да влијаат на генетската разновидност на култура преку вршење притисоци селекционерски притисок или пренесување на одбрани предности на одделни културни растенија. Можеби од биотските интеракции најголемата грижа за земјоделците се оние меѓу културите и нивните штетници. Тревопасните животни, вклучувајќи ги и цицачи, птици и инсектите, може да делуваат како предатори на културните растенија, додека вирусните, бактериските и габичните заболувања причинуваат штета на културите преку паразитски односи. Генетскиот диверзитет на културите е важно средство за намалување на опасноста од овие штетници во агроecosистемите. Осетливоста на растенија на одредени штетници може да варира со агроморфолошки карактеристики како висина на растенија, влакнетост или време за зрелост, покрај варијабилноста на специфични генетски својства за отпорност на штетници. Генетските варијации

на културата, а со тоа и фенотипските разлики, исто така, може да привлече разновидност на други организми во агроекосистемот, вклучително и природни непријатели (предатори или паразити) на штетниците.

Културните растенијата и нивните штетници се адаптирале еден на друг со текот на времето во процес наречен ко-еволюција. Генетскиот диверзитет во кој еволуирале културите и штетниците преку ко-еволюцијата е особено сложен затоа што и двете се генетски променливи со текот на времето и просторот. Навистина, разновидноста на стресови на одредена култура индуциран од штетници често е во тесна корелација со разновидност на отпорноста на култура.

Комплексноста на интеракциите култура - штетник во агроекосистемите е зголемен за време на нивните сезонски или годишен варијабилност. Популациите од штетници се менуваат со менување на климатските услови, инпутот од страна на земјоделецот и отпорноста на домаќинот. Покрај тоа, штетниците можат да бидат многу мобилни, особено со помош на луѓето. Леснотијата на мобилност, заедно со поволни услови, може да поттикне распространување на епидемија, со тешки последици за популациите на домаќинот.

Плевелите се примарни конкуренти на културните растенија и предмет на интерес на земјоделците. Плевелите можат да го намалат или да го инхибираат растот. Културите и плевелите во рамките на ист агроекосистем може да имаат слични барања во поглед на вода, светлина и хранливи материи - основните ресурси што им требаат на растенијата за да преживеат. Интеракциите на организмите во рамките на еден агроекосистем не секогаш се конкурентни и можат да бидат неутрални, во облик на коменсализам или мутуализам. Културите, исто така, адаптирана за да ги искористат предностите на симбиотички односи со трети растителни организми, како инсекти опрашувачи и, во случај на легуминизните растенија, азотофиксирачките *Rhizobium* бактерии.

Конечно, човекот е најзначаен биотски фактор за обликување на агроекосистемите.

## 8. Светилината како агроеколошки фактор

### 8.1. Мерки за рационално искористување на сончевата светлина

Приливот на сончевата светлина (енергија од сончевата радијација) е постојан и бесплатен. По правило, колку поголем процент од сончевата енергија се апсорбира од страна на растенијата и се трансформира во потенцијална хемиска енергија во процесот на фотосинтеза, толку приносот од единица површина е поголем, и обратно.

Продуктивноста на културите зависи од количината на органската материја на единица површина за единица време т.е. за одреден вегетационен период. Според тоа, доколку поголем дел од конетичката енергија на единица површина културите ќе претворат во хемиска потенцијална енергија, дотолку продуктивноста е поголема. Односот на трансформиранта потенцијална хемиска енергија кон апсорбирната сончева енергија на единица површина претставува коефициент на ефикасноста на фотосинтезата. Со други зборови, тоа значи процент на искористување на сончевата енергија и тој процент може да варира во широки граници во текот на вегетационата сезона на културата: 1,9% кај граорот и детелината, 2,4% кај компирот и 'ржта, 2,7% кај пченицата и јачменот итн.

Имајќи го ова во предвид, со неколку мерки може да се влијае врз порационалното искористување на сончевата енергија. Можат да се примената главо следниве мерки:

#### 1. Обезбедување на оптимален индекс на лисна површина

Лисната површина е еден од основните фактори од којшто зависи искористувањето на сончевата енергија, а со тоа и приносот по единица површина.

За оценување на лисната површина најчесто се користи индексот на лисната површина И (LAI – leaf area index). Индексот на лисната површина претставува однос на асимилационата површина кон површината на почвата и се изразува на следниов начин:

$I = L / P$  ( $m^2$ ) / ( $m^2$ ), каде што

I = индекс на лисната површина (во  $m^2 / m^2$ )

L = вкупна површина на листот (во  $m^2$ )

P = површина на почвата (површина на вегетациониот простор (во  $m^2$ ))

На пример ако  $I = 4$ , тоа значи дека на  $1 \text{ m}^2$  почвена површина (вегетационен простор) посевот развил  $4 \text{ m}^2$  лисна површина т.е. на  $1 \text{ ha}$  посевот развил  $40.000 \text{ m}^2$  лисна површина.

Обезбедувањето на оптималниот индекс на лисна површина детално е објаснето во практичниот дел од овој курс.

## **2. Зголемување на фотосинтетскиот потенцијал**

Висината на приносот не зависи само до индексот на лисната површина, туку и од фотосинтетскиот потенцијал т.е. должината на траење на лисната површина ( $LAD = \text{leaf area duration}$ ). Фотосинтетскиот потенцијал ( $F_p$ ) претставува збир на секојдневните површини на листовите во текот на целиот вегетационен период или во текот на одделните фази на вегетациониот период, а се изразува во

$\text{m}^2$  лисна површина  $\times$  денови на хектар ( $\text{m}^2/\text{денови/ha}$ ).

Фотосинтетскиот потенцијал кај одделни култури варира во широки граници. Кај окопните култури може да изнесува од 1,5 до 4,5 милиони  $\text{m}^2$  лисна површина на еден хектар. Кај културите со густ склоп (житни култури) тој изнесува  $4\text{-}5 \text{ m}^2/\text{ha}$ .

Фотосинтетскиот потенцијал се пресметува на тој начин што просечниот индекс на лисна површина на единица површина ( $\text{m}^2$  или  $\text{ha}$ ) се множи со бројот на деновите во текот на вегетацијата на културата.

Со зголемување на фотосинтетскиот потенцијал се зголемува прифаќањето (апсорбирањето) на поголем процент од сончевата енергија и поголем период на одвивање на фотосинтезата.

При еднакви други услови, приносот директно зависи од фотосинтетскиот потенцијал. Како што расте фотосинтетскиот потенцијал, така расте и приносот на единица површина. Фотосинтетскиот потенцијал зависи од видот на културата и сортата, кои ја одредуваат должината на вегетацијата. Кај доцните сорти листовите остануваат активни подолго време, но траењето на лисната површина во голема мера зависи и од обезбеденоста на растенијата со вода, минерални материи, во прв ред со азот, од здравствената состојба на листовите и слично. Оттука, услов за постигнување на висок принос од културата е: изведување на сеидбата во оптимален рок, обезбедување на оптималната густина на склопот, обезбедување на културните растенија со вода и минерални хранливи материи.

### **3. Геометриска структура на листовите и посевите**

За правило користење на интензитетот на сончевата светлина во нивските и градинарските култури, покрај обезбедувањето оптимален индекс на лисна површина, големо значење има и поволната геометриска структура на листовите и на посевите. При зголемување на индексот на лисната површина листовите меѓусебно се засенчуваат што доведува до намалување на фотосинтетскиот потенцијал на долните листови на посевот. Тие наместо да фотосинтетизираат, со дишењето трошат асимилати. Од тие причини, при догледување на културите нужно е содавање на што поповолна структура на листовите и посевот.

Геометриската структура на листовите т.е. положбата на листовите кон површината на почвата може да биде повеќе хоризонтална или вертикална, односно листовите може да се под агол од  $90^\circ$  или под агол од  $0^\circ$ . Ако листовите имаат вертикална насока т.е. во однос на површината на почвата се под агол од  $90^\circ$  засенчувањето е најмало, а ако тие се поставени под агол од  $0^\circ$  засенчувањето е поголемо.

Кај високосортните жита се овозможува густ склоп и голем индекс на лисна површина благодарение на тоа што листовите имаат повеќе или помалку вертикална положба, преку  $50^\circ$  во однос на површината на почвата, што овозможува послободно пробивање на светлината во посевот до сите листови. Високородните сорти на шеќерна репа се одликуваат со исправени дршки на листовите во лисната розета што исто така го намалува засенчувањето меѓу нив.

Според досегашните сознанија, културите, сортите и хибридите кои имаат повеќе вертикална положба на листовите, поднесуваат погуст склоп т.е. поголем индекс на лисна површина, отколку оние што имаат, повеќе или помалку, хоризонтална положба на листовите.

Структурата на посевот зависи од видот на културата, односно морфологијата на растението, од состојбата на другите надворешни фактори и од интензитетот на агротехничките мерки.

Основна мерка со која се овозможува поволна структура на посевот и оптимален индекс на лисна површина е правилен склоп. Со правилен распоред на растенијата во редовите и меѓу нив, засенчувањето може да се сведе до толернатна мера, кога листовите од долните катови добиваат



доволен интензитет на фотосинтетски активна радијација, што овозможува продуктивна фотосинтеза.

#### **4. Искористување на производната површина**

Најрационалниот начин за искористување на сончевата енергија е ако се одгледуваат две, а во некои случаи и три култури во текот на една година на една иста површина. Тоа значи по прибирањето на едната култура се одгледува втора, односно со прибирањето на втората се одгледува трета култура на истата површина. При одгледување на две култури годишни поголем дел од годината земјоделската површина е искористена со културни растенија, при што на асимилационата површина од првата култура се надоврзува асимилационата површина на втората култура. Начините на рационално искористувањето на производната површина е детално разгледувано во практичниот дел од овој курс.

#### **5. Должина на денот (траење на дневното осветлување)**

Должина на денот има посебно значење за растителното производство, бидејќи таа истовремено влијае врз порастот и развитокот на културните растенија. Од должината на денот зависи темпото на преминување на растенијата од вегетативен кон генеративен развиток и врз ритамот на образувањето на генеративните органи (цветање и плодоносење).

Растенијата имаат способност да реагираат на должината на денот и ноќта со промена на интензитетот и брзината на вегетативниот и генеративниот развиток. Од тоа произлегува дека културните растенија одгледувани на различни географски широчини во текот на вегетацијата растат и се развиваат во различни услови на должина на денот – фотопериод. Фотопериодот претставува ритмичко менување на светли и темни периоди и должина на нивното траење во текот на деноноќието. Должината на денот е различна на Земјината топка и се менува според астрономските закони, односно се менува во зависност од географската широчина, а за иста географска широчина се менува во текот на годината. За нормален развиток на културните растенија потребна е одредена должина на денот. Некои видови или сорти растенија приспособени се за развиток при одредена должина на денот, ако се одгледуваат при друга должина на денот, може воопшто да не формираат генеративни органи. Според реагирањето на растенијата кон должината на денот тие се делат на растенија на долг ден,

растенија на кус ден и индиферентни (неутрални) растенија. За таква поделба земена е должина на денот од 14 часа, односно должина на денот од 12 до 14 часа т.н. критична должина на денот.

Растенија на долг ден се оние кои што за да поминат од вегетативен во генеративен развој имаат потреба од долг ден, во траење преку 14 часа. Со зголемување на денот преку 14 часа се забрзува развојот и доаѓа до побрзо цветање и плодносење. Тоа значи ако растенијата на долг ден се одгледуваат во услови на краток ден даваат вегетативни органи, меѓутоа не формираат доволно или воопшто не формираат генеративни органи.

Во растенија на долг ден спаѓаат: пченица, јачмен, овес, 'рж, компир, луцерка, грашок, кромид, салата, афион, ориз и други. Растенијата на долг ден потекнуваат од умерениот појас и тоа се растенија од северните географски широчини.

Растенија на кус ден се оние што за да преминат од вегетативен кон генеративен развој имаат потреба од кус ден, покус од 14 часа. Ако тие се одгледуваат во услови на уште покус ден се забрзува развојот т.е. се скратува вегетациониот период на културата.

Растенијата на кус ден имаат потреба од менување на светли и темни периоди. Дури и краткокрајно осветлување за време на темниот период има ефект на долг ден т.е. го задржува растението во фаза на вегетативен развој. Растенијата на кус ден потекнуваат од подрачјата со јужна географска ширина и тоа се: пченка, коноп, памук, кикирики, соја, просо, ориз, пиперки и други. Најтипично растение со кус ден е хризантемата која цвета наесен, при кус ден.

Неутрални (индиферентни) растенија не реагираат на должината на денот, односно подеднакво се развиваат и во услови на кус и во услови на долг ден. Тука спаѓаат: домати, сончоглед, тутун, зимски јачмен, краставици, граор и други.

Кај културните растенија, заради вкрстувањето со помош на разни методи во селекција, постигнато е значајно варирање во рамките на еден вид. Затоа се случува различни сорти од еден ист вид културното растение да припаѓа на две групи, долг и краток ден. На пример, некои интензивни сорти пченица се неутрални иако пченицата е растение на долг ден.

Постојат и такви видови растенија кои по точно одреден редослед имаат потреба од двата фотопериода (краток и долг фотопериод). Во тој случај може да се говори за растенија кои за да преминат од вегетативен во генеративен развој прво бараат влијание на долг, а потоа и на кус ден – растенија на долг-кус ден. Наспроти овие, други видови растенија даваат генеративни органи откако ќе бидат изложени на дејство на кус, а потоа на долг ден – растенија на кус-долг ден.

За преминување на растенијата од вегетативен во генеративен развој од значење е и составот на видливиот дел на сончевата светлина.

Влијание на фотопериодизмот има и топлината. Испитувањата покажуваат дека фотопериодизмот кај културните растенија се менува во зависност од температурните услови и таа интеркација е многу сложена. Интеракцијата помеѓу фотопериодизмот и температурата влијае врз ритмот на развојот на растенијата, а со тоа и врз формирањето на вегетативната маса, врз елементите на приносот и воопшто врз приносот.

Познавањето на фотопериодизмот на секој вид и секоја сорта има големо значење бидејќи е важно за определување на роковите за сеидба на некои култури, можноста за одгледување на втори култури, правилно реонирање на видовите и сортите, правилно организирање.

## **9. Животната средина како стрес**

### **9.1. Физиологија на стресот кај растенијата**

Надворешната средина има влијание врз живите организми на повеќе начини и во секое време. Влијанието на надворешните фактори врз растителните организми може да биде од страна на абиотските и биотски фактори.

Под абиотски влијанија на околината се подразбираат поголем дел од климатските фактори што потекнуваат од атмосферата, почвата или од водата, радијациски стрес преку недостаток на светлина, високи и ниски температури кои доведуваат до појава на последици од мраз, почвен мраз, снег, ледена покривка, недостаток на кондензација и суша, ветер. Во почвата растенијата се чувствителни на високите концентрации на соли и минерални материји или на недостаток од материите за процесот на растењето, или на премногу кисели и

алкални почви, кои за многу растенија се инхибиторни фактори, песокот и истечните води на растенијата им нудат суви или поплавени почви, од кои повеќето се екстремно сиромашни со кислород, па така тие механички ги дегенрираат растенијата.

Биотичкиот стрес се јавува во густите вегетации и во услови на интензивно искористување на растенијата од страна на животните и микроорганизмите. Човекот дополнително придонесува за нарушување на природните услови преку физички, механички и пред сè хемиски оштетувања на растителната околина.

При набројувањето и поледователниот опис на поединечните стрес-фактори не треба да се остави впечаток дека тие во природата се среќаваат изолирани. На живеалиштата изложени стрес наизменично се мануваат стресогените фактори заради стеснувањето на животниот простор на растенијата. Така се јавуваат климатски и вегетациски градиенти и граници на распространување, како и вегетациски острови во сувите пустини, студените и солените пустини.

Со обезбедувањето на оптималната количина или интензитет на надворешните фактори, како што може да се обезбеди во оранжериски услови, растенијата растат „оптимално“ и затоа го остваруваат „физиолошки нормалниот тип“.

Растенијата речиси никогаш не добиваат оптимални количини или интензитети на сите абиотски фактори. Затоа „физиолошки нормалниот тип“ е повеќе исклучок од правилото. Многу е важно да се разбере дека растот е само една од многуте реакции на растението кон животната средина. Цветањето и плодносењето го одредуваат успехот на растението во репродукцијата и пропагацијата и може еднакво да бидат користени како мерка за реакција на растението кон животната средина. Значењето на факторите, во овој случај, може да се смени, но принципот на однесување ќе биде сличен.

Отстапувањата од физиолошки нормалниот тип се означуваат како реакции на субоптимални или штетни количини или интензитети на надворешните фактори и тоа се ситуации за кои ние го користиме терминот стрес. Затоа стрес или стресна реакција може да се употреби како мерка на силата на стресот на скала за интензитет, рангирајќи го од недостаток до прекумерна снабденост. Факторите што отстапуваат од оптималниот

интензитет или количина за растението се нарекуваат стрес фактори. Ако дозата е несоодветна, се предизвикува стрес, со ефект на следните фактори: светлина (слаба светилна, силна светилна), температура (ладно, топло), вода (суша, поплава), хранливи материи (недостаток на јони, прекумерно ѓубрење, стрес со салинизација), јаглероден диоксид и кислород (фотосинтеза, дишење/фотореспирација, оксидативен стрес, анаеробиоза). Оптималните интензитети и концентрации на овие фактори можат да се разликуваат кај индивидуални организми, но исто така и за одделни органи на ист организам.

Ноцидните фактори претставуваат стрес фактор што предизвикува стресна реакција кај растенијата без оглед на концентрацијата или интензитетот во кој се достапни: UV-B, озон, јонска расијација, тешки метали и алуминиум. Во овој контекст, електричните и силните магнетски полиња се сметат за стрес фактори.

Може да се појави и внатрешен стрес, на пример со одделување на некој орган од дотурот на вода, како во случај на зреењето на семето и сушењето на ембрионот и ендоспермот.

Стресот од околината има потреба од поголем или премал енергетски проток за побрза или побавна размена на материи преку немерливи и надоврешни влијанија.

Вообичаено, еден организам е предмет на повеќе стрес фактори, како на пример недостаток на вода или топлина, или „секундарен“ стрес фактор што следува после „примарниот“ кога на растението му недостасува вода и ги затвара своите соции, внатрешното недостаток на CO<sub>2</sub> се појавува кога растението е осветлено и како следна последица се појавува оксидативен стрес. Комбинацијата на повеќе стрес фактори е нормална работа и се означува како мултиплиен стрес.

Стресот, адаптивноста и отпорноста се тесно поврзани. Дали стресот ќе предизвика минимални и краткотрајни ефекти од нормалниот циклус, или пак, тешки оштетувања и иверзибилни промени зависи од релативниот потенцијал на негативните и позитивните реакции.

## 9.2. Што предизвикува стрес?

Од аспект на динамичките стресогени концепти, организмот минува низ повеќе различни состојби или фази.

1. Алармирачка фаза: со почеток на оштетувањето доаѓа до дестабилизација на структурните (протенинте, биомембраните, цитоскелетот) и функционланите прпцеси (биохемиските процеси, размената на материите) за да се нормализира животниот циклус. Во рамките на оваа фаза препознатлива е стресогената реакција, во која катаболичките процеси се одвиваат многу поинтензивно од анаболичките. При константна отпорност често се јавува реституција во процесите на поправање, пример протеинската синтеза или *de novo* синтеза на одбраните материи.

Овој процес води кон резистентна фаза во која се засилуваат одбрамбените просеци (адаптација). Понатаму, со зголемување на стабилноста може повторно да се постигне нормализирање на состојбата на организмот (комплетна адаптација). Со продолжување на дејството на деструктивните процеси одредено време резистентноста може да остане на константно високо ниво. Доколку стресот продолжи или се зголеми се достигнува експозиција и завршната даза – фаза на исцрпеност, во која при продолженото дејство на стрес факторите растењето го прават мошне чувствително и во еден момент може да прекине. Кога стресот е привремен и краткотраен растението во првата фаза повторно се враќа во нормална состојба. Ако има потреба, единката поминува низ регенеративна фаза за да ги елиминира оштетувањата што настанале.

Со поврзување на сите овие забележливи процеси, може да се заклучи дека стресот во физиолошка смисла на зборот е верижна состојба на организмот која започнува со дестабилизација, потоа нормализирање и отпорност и со покачување на амплитудата на адаптивност доаѓа до функционални оштетување кои водат кон смрт.

Стресот ги оштетува функционалните структури и изедначениот тек на процесите на клеточно и молекуларно ниво. Рестабилизирачките и репаративните спротивни реакции, приносот на новите, приспособени состојби и одржувањето на големата адаптациона способност имаат потреба од дополнителен прилив на енергија и метаболити.

„Стратегијата на живеење“ на растенијата на локалитетите во кои доминира стресот не се одвива во правец на зголемување на растот, туку раа се одвива во правец на компромис помеѓу приносот и сигурноста на преживување. Видовите кои се специјализирани за живеење на сиромашни со минерални материи, рамничарски, сушни почви, растат споро и често заостануваат во својот раст, а притоа и концентрацијата на хранливите материи и водениот потенцијал во ткивата се одржува на високо ниво. Некои дрвенести видови од аридните области преку лесната структура на стеблото и периферно поставените заштитни елементи ја намалуваат потрошувачката за одржување на статичка цврстина на единките. За одбрана од хербиворите и паразитите и за онова на некои растителни делови кои биле подјадени од страна на животните неопходен е прилив на енергија.

### **9.3. Специфични и неспецифични реакции на стрес**

Кога еден организам е под стрес, на пример, со покачена температура, не само што се покачува метаболизмот, туку се појавуваат и други реакции што вообичаено не се случуваат кај организам што не е под стрес или пак степенот на стрес е многу мал. Како пример за ова е формирањето на „протеини на топлотен шок“. Модификацијата на базичниот метаболизам може да се интерпретира како **неспецифична реакција**, додека производството на протеини на топлотен шок може да се земе како **специфична стресна реакција** на организмот.

Посоти уште еден дел поврзан со одговорот на прашањето за специфичноста на стресната реакција што може да се опише со терминот **вкрстена заштита**. Претходен стрес со суша или осмотски стрес (стрес со соли) е познато дека ги оцврстува растенијата во однос на температурен стрес и посебно стрес со ниски температури. Дали ова е неспецифичен стресен одговор? Изгледа дека е објаснет недостатокот од специфичноста за адаптација, од една страна земјаќи ги во предвид физиолошките ефекти на солите и стресот со суша на клетката, и од друга страна ефектот на мраз. Сите три фактори водат кон делумна дехидратација на клетката. Ова предизвикува проблеми со стабилноста посебно на биомембраните, бидејќи липидните довојни слоеви се стабилизирано со така наречените хидрофобни реакции,

што се пореметени ако достапноста на ова или јонската концентрација на површината на мембраните е драстично променета. Ако премногу вода е отстранета од водената средина на биомембраните (со евапорација или смрзнување), концентрацијата на растворливите материи се зголемува, на пример во цитосолот или хлоропластот на стомата. Зголемувањето на јонската концентрација за возврат го променува електричниот полнеж на мембраните и со тоа мембранскиот потенцијал. Тоа вообичаено води кон дестабилизација на мембранската структура. Генералната реакција на стрес е синтеза на хидрофилни ниско молекуларни заштитувачи, т.н. **компатибилни растворливи материи** (шеќери, шеќерни алкохоло, аминокиселини итн) што ја заменуваат водата на мембранската површина и ги дислоцираат јонските компоненти по губењето на клеточната вода. Производството на компатибилни растворливи материи и синтезната на соодветните ензими се предизвикани од стрес. Синтезата на овие ензими е многу често проследена со сигнали пренесени преку одредени фитохормони – посебно абсцинската киселина (ABA) или стрес хормонот јасмонин и етилен.

Еден пример за таква вкрстена заштита е воведувањето на ојачувањето кон мраз кај компир со стрес со сол. Растенијата од компир третирани со NaCl се способни да толерираат температури пониски од нетретирани контролни растенија. Зголемување на концентрациите на ABA ја поддржува оваа реакција на ојачување.

## **10. Надворешната светлина како стрес фактор**

Прекумерната количина на фотосинтетско зрачење и покачената апсорпција на УВ-зрачењето кај растенијата предизвикуваат стресогени реакции. Во двата случаи станува збор за фотоенергетски процеси, при кои се ослободуваат агресивни штетни радикали.

### **10.1. Стрес од силна светлина**

Фотосинтетскиот апарат на растенијата е програмиран за можна ефективна апсорпција и искористување на видливиот дел од спектарот. Силното зрачење во листот носи прилив на поголема количина енергија која



може да се искористи при процесот на фотосинтеза. При екстремно силно зрачење фотосинтетските пигменти и тилакоидните структури можат комплетно да се разорат или уништат. Фотодеструкцијата на одделните хлоропласти во горниот слој на палисадниот паренхим се јавува често и е одговорен за намалување на фотосинтетските способности на листовите кои се во стареење.

Процесите при силен светлосен стрес се пример за интеракциски деструктивни и репаративни механизми за резистентност и сензитивност, како резултат на динамичките стресни промени.

Примарниот негативен ефект (оштетување) од силна светлина се јавува во реакциониот центар на фотосистем 2 во кој брзо се синтетизираат посебни протеински комплекси. При силен светлосен стрес се синтетизираат агресивни кислородни структури кои ги разоруваат хлоропластните пигменти и мембранските липиди. Како почетни системи се јавуваат оксидо-редуктази и антиоксиданси. Особено при силно осветлување по студени ноќи, при летни горештини и при недостаток на вода концентрацијата на овие радикали континуирано и силно се зголемува. Освен со интензитетот, светлината може да предизвика функционално оштетување и со својот состав, при што брановите должини на УВ делот од спектарот со високата содржина на енергија можат да предизвикаат структурни промено значајни во процесите на репликација и транскрипција на ДНК и синтезата на протеините.

Кај растенијата во природните екосистеми, процесите на движење на растенијата, како поставувањето на листовите кон светлината, правецот на граење и движењата на хлоропластите во асимилационите ткива овозможуваат приспособување кон силна светлина. Како филтер за силното зрачење се јавуваат густите влакнести формации на горната лисна површина и задебелување на сидовите на епидермисот и хиподермалните слоеви.

Кај културните растенија заштитата од интензивната светлина може да се постигне во заштитени простори со засенчување, со премачкување на пластичната фолија на пластениците или стаклата на оранжериите со раствор на вар. Покрај намалување на интензитетот на светлината, со тоа се постигнува и пониска температура на воздухот во пластеникот односно оранжеријата.

Недоволното интензитет на светлината исто така предизвикува одреден стрес поради недоволна синтеза на органска материја за раст на растенијата, што може да има големо значење за растителното производство и постигнувањето на саканиот принос. Регулацијата на свелосниот режим, во смисол на правецот на сеидба или садење во правец север-југ, покривање на површината помеѓу редовите во овоштарниците со рефлектирачка фолија или дополнителна расвета во заштитените простори во цветни и градинарски посеви, значајно ја зголемуваат апсорпцијата на светлото и продуктивноста на растението.

Таб. 8. Морфолошки и физиолошки разлики промени во листовите кој се трајно изложени на светлост и засенчените листови

<b>Структурна разлика на листовите</b>	<b>На светлина</b>	<b>Во сенка</b>
СТ на листот / површина на листот	висока	ниска
Дебелина на листот	голема	мала
Палисиден паренхим	подебел	потенок
Сунѓераст паренхим	слично	слично
Густина на стомите	голема	мала
Хлоропласти / површина на лист	многу	малку
Тилакоиди/гранум	малку	многу
<b>Биохемиски разлики</b>		
Хлорофил / хлоропласт	низок	висок
Хлорофил/површина на лист	слично	слично
Хлорофил a/b	висок	низок
<b>Размена на гасови</b>		
Интензитет на дишење во темно / површина на лист	висок	низок
Карбоксил/површина на лист	висока	ниска

## 11. Надворешната температура како стрес фактор

Со мали исклучоци, целата топлина, која како еколошки фактор е значајна за земјоделското растително производство, е од космичко потекло и таа е резултат на сончевата реакција. Носители на топлината, главно се инфрацрвените зраци.

Топлината и студот се термодинамички состојби кои се карактеризираат со висока или ниска кинетичка енергија на молекулите. Топлината е неопходна за порастот и развикот на растенијата. Одвивањето на скоро сите животни процеси е поврзано со дејствувањето на топлината. Биохемиските и физиолошките процеси во клетката можат да се одвиваат при одредена

состојба на топлината (при одредени температури). Затоа од топлината зависат процесите на асимилација, десимилација, транспирација, примањето на вода и минералните материи од почвата, придвижувањето на асимилативните низ органите и слично. Одвивањето на одделните фази од порастот и развитокот на растенијата, исто така, се поврзани со дејството на топлината. Затоа, 'ртењето, никнењето, порастот на вегетативните органи, цветањето, плодносењето и сорзевањето можат да се одвиваат при одредена состојба на топлината.

Топлината и студот влијаат на размената на материи, растот и виталноста на растенијата го ограничуваат распространувањето на одреден вид според нивниот интензитет и времетраењето. Стадиумите на мирување, како сувите спори и покилохидрите растенија во сушните области се нечувствителни, така што тие можат неповредени да ја преживуваат секоја измерена температура на Земјата. Но, постои летална граница која е позната за одредени видови и различни органи и ткива се јавуваат константни оштетувања. При намалувањето и покачувањето на критичните температурни интервали клеточните структури се оштетуваат, а клеточната функција веднаш се намалува, така што протоплазмата моментално дегенерира. Истото оштетување може да е присутно на повеќе места, при што текот на поединечните животни функции е редуциран се' до комплетно уништување на животните функции на клетката.

Од тие причини, топлината е еден многу важен и незаменлив абиотички фактор.

За земјоделското производство најзначајни се топлотните услови на приземните слоеви на атмосферата, бидејќи во тој слој живеат главните членови на агробиоценозата.

Но, топлината не е еднакво распоредена на Земјината топка и таа има различен распоред во просторот и времето. Распоредот во просторот може да биде во хоризонтален правец и топлината се намалува од екваторот кон половите, и во вертикален правец каде со покачувањето на надморската височина има намалување на температурата. Распоредот на топлината по време е условено од различната положба на Сонцето спрема Земјата, којашто постојано се менува и доведува до правилна периодичност на температурата во текот на денот и ноќта. Според тоа, временскиот распоред на

температурата има одредени текови во денот и ноќта. Од друга страна пак, годишното колебање на температурата во умерениот појас доведува до менување на годишните времиња. Од аспект на растителното земјоделско производство од големо значење се топлотните услови на одделните годишни времиња, бидејќи со годишниот распоред на топлината, се во врска и вегетационите појави, што се манифестираат преку појавата на порастот и развитокот на растенијата.

### ***11.1. Влијанието на ниските температури и борба против нив***

Животната активност на растенијата во однос на ниските температури е можна и на  $-40^{\circ}\text{C}$ . Во природните екосистеми видовите од арктичкото подрачје изджуваат и до  $60^{\circ}\text{C}$ , при што растенијата овие екстремни температури можат да ги поднесат во фаза на мирување.

Во умерениот појас ниските температури се од посебно значење бидејќи тие го одредуваат ареалот на одгледување т.е. распоредот на одделните видови култури. Културните растенија се почувствителни на ниските температури во споредба со видовите во слободната природа.

Во нашите климатски услови топлината овозможува широк асортиман на производи, т.е. одгледување на поголем број полјоделски, градинарски и овошни видови и повеќе или помалку не се јавува како органичувачки фактор. Но, повремено, топлината станува неповолен фактор со појава на ниски температури, па и на мразеви. Заради ваквите појави во растителното производство, посебно на отворено, често пати доаѓа до значителни штети преку измрзнување на одредени култури.

Ниските температури обично влијаат врз растенијата на два начини: директно и индиректно оштетување од ниски температури.

Директно оштетување настанува поради мрзнење на водата во меѓуклеточните простори и во клетеките, кристалите од мраз ги нарушуваат клеточните мембрани и ја обезводнуваат протоплазмата, па клетките ги губат животните функции.

Индиректните оштетување може да настанат на повеќе начини: појава на физиолошка суша, бабрење на почвата поради наизменично замрзнување и одмрзнување на површинскиот слој на почвата. поради замрзнување на водата

во почвата, задушување на посевот под ледената кора, која долго се задржува и други оштетувања. Оштетувањата настануваат поради следново:

1. Ако во текот на денот водата во почвата е замрзната подолг период, растенијата во извесен степен вршат транспирација, но не можат да користат вода од почвата, па затоа растенијата трпат одредени оштетувања и појавата е наречена физиолошка суша.

2. Поради набабрување на почвата – под влијание на мразот во почвата, таа ја зголемува својата зафатнина, а кога мразот ќе се стопи, почвата останува како да е набабрена. Доколку почвата има повеќе глина, бабрењето е поголемо. Поради бабрењето кореновите влакненца немаат доволен контакт со почвените агрегати што доведува до отежнато користење на водата и минералните материи.

3. Поради замрзнување на водата во почвата мразот може механички да ги оштети младите коренчиња, особено кореновите влакненца што го редуцира снабдување на растението со водата и минералните материи.

4. Задушување на посевот под ледена кора – ако има ледена кора што се задржува на површината на културата подолго време, доаѓа до задушување на културата поради недостиг на воздух.

5. Сушењето на растенијата е индиректна штета со заедничко влијание ниските температури и ветерот, како и штети од дневното колебање на температурата.

### ***11.2. Фактори од кои зависи отпорноста на растенијата кон ниските температури***

Скоро секој вид растение на некој начин се бори против ниските температури. Повеќето фактори влијаат на тоа дали растението ќе биде повеќе или помалку отпорно на ниски температури. Отпорноста на растенијата кон влијание на ниските температури е комплексна појава и не зависи само од физиолошката отпорност на клетката кон нив.

Отпорноста кон ниските температури зависи од следните фактори:

1. Од видот и сората - различните видови и сорти имаат различна отпорност на ниски температури. На пример, има сорти на пченица што можат да издржат до  $-20^{\circ}\text{C}$ , пролетниот јачмен и пролетниот овес до  $-4^{\circ}\text{C}$ , пченката  $-2^{\circ}\text{C}$ ,

компирот  $-1,5^{\circ}\text{C}$ , додека краставицата, гравот, домотот, пиперката, тутунот, бостанот и многу други топлољубиви култури загинуваат на  $0^{\circ}\text{C}$ .

2. Од фазата на развоток – во различни фази растенијата имаат различна отпорност кон ниска температура. Житните култури најголема отпорност кон ниските температури имаат во фазата на братење. Кај други есенски култури отпорноста на ниските температури е најголема во фазата на розета. Најосетлива е фазата на наикнење.

3. Од концентрацијата на клеточниот сок – отпорноста кон ниски температури во голема мерка зависи од концентрацијата на клеточниот сок, а посебно од концентрацијата на шеќерите во него. Приспособувањето на културите кон ниски температури е наречено „калење“ на растението. Со овој процес, акумулирајќи шеќери во клеточниот сок и испуштајќи вода, растенијата стекнуваат отпорност кон ниски температури. Затоа оштетувањата се помали ако опаѓањето на температурата е постепено. Од друга страна пак, зголемувањето на концентрацијата на клеточниот сок зависи од обезбеденоста на растението со минерални хранливи материи. За одвивање на калењето најпогодни се ведрите сончеви денови со температури до  $6^{\circ}\text{C}$  и свежи ноќи. Според некои автори, калењето најповолно се одвива кога подолг период, пред да настапи зимата, температурата на воздухот преку денот изнесува 6 до  $15^{\circ}\text{C}$ , а преку ноќта  $0^{\circ}\text{C}$ . Ваквите услови овозможуваат обрзување на асимилативи во процесот на фотосинтезата, акумулирање на шеќери во клеточниот сок и забавување на трошењето на шеќерите во процесот на дишењето. Неповолно за калењето е облачното и топло време, бидејќи тогаш растенијата интензивно ги трошат резервните јаглехидрати. За процесот на калење неповолно е и наглото заладување бидејќи растенијата неподготвени влегуваат во зима. Исто така, штетно влијание врз растенијата има и менувањето на топли и студени периоди во текот на зимата. За време на топлиот период растенијата интензивно дишат, трошат асимилативи, па така опаѓа отпорноста кон ниски температури.

### **11.3. Мерки за борба против ниски температури**

Во нашите климатски услови против ниските температури може да се води борба на повеќе начини. Позначајни мерки се следниве:

**1. Реонирање на културите и сортите.** Под реонирање се подразбира определување на одредени макро и микрорегиони, подрачја каде што еколошките услови најдобро одговараат на потребите на одредена култура или сорта. По однос на топлината како еколошки фактор во Република Македонија на обработливите површини, главно може да се издвојат четири подрачја:

а) Субмедитеранско (модифицирано) подрачје – макрорегион со најголемо влијание на медитеранската клима и тука спаѓаат: Гевгелија, Валандово, Дојран и Демир Капија. Се одгледуваат субтропски и континентални култури.

б) Континентално-субмедитеранско подрачје – тука свое изразено влијание има субмедитеранската и источно-континенталната клима. Тука спаѓаат: Кавадарци, Струмица, Кочани, Радовиш, Овче Поле и Скопје. Оштетувањата од ниските температури се незначителни, но преку зима се јавува екстремно опаѓање на температурите што може да доведе до оштетување на посевите. Се одгледуваат субтропски и континентални култури.

в) Топло континентално подрачје – преовладува континенталната клима каде спаѓаат сите рамничарски региони во Западна Македонија, Куманово, Крива Паланка и Делчево. Овде оштетувањата од ниските температури се многу почести. Можно е одгледување на сите видови и сорти, со исклучок на субтропските култури.

г) Ладно континентално подрачје – тоа се реони со планинска клима. Тука спаѓа Берово и други ритско-планински подрачја со надморска висина над 800 m. Можно е одгледување на житни култури, пред сè, 'рж, некои сорти пченица, раностасни хибриди пченка, фуражни култури и затоа ова подрачје има услови за развој на сточарството.

**2. Определување на оптимални рокови за сеидба.** Ова е многу значајна мерка за борба против ниските температури. Со роковите на сеидба се определуваат одделни фази од развитокот на растението да се одвиваат во оние временски периоди кога топлиите услови се најповолни. Затоа, со роковите за сеидба се постигнува во време на зимскиот период културата да се најде во фаза кога е најотпорна на ниски температури. Во нашите климатски услови има две главни сезони за сеидба, пролетна и есенска. Со запазување на оптималните рокови за сеидба опасноста од измрзнување, скоро, се избегнува. Покрај ова, се овозможува во пролетниот период, растенијата многу

пооптимално да го одвиваат растот и развитокот и да се избегнуваат пролетните суши.

**3. Правилна исхрана на растенијата.** Кај есенските култури, ос аспект на борба против ниските температури, многу е важно обезбедување на правилна исхрана. Тоа значи обезбедување со доволна количина достапни минерални хранливи материи (азот, фосфор, калиум). Затоа правилното ѓубрење е значајна мерка против измрзнувањето. Со правилна исхрана растението треба да обезбеди поголема концентрација на клеточен сок, со кој, покрај другото, станува поотпорна на измрзнување.

За намалување на последиците од набабрувањето на почвата препорачливо е валање на житните посеви рано по топењето на мразот. Валањето се изведува со глатки валци кога почвата во површинскиот дел е просушена.

**4. Снегозадржување.** Опасноста од измрзнување е помала под влијание на снежниот покривач бидејќи тој служи како изолатор. Температурата под снежниот покривач секогаш е повисока отколку температурата на воздухот. Таа разлика се зголемува со зголемување на дебелината на снежниот покривач. На пример, ако температурата на воздухот е околу  $-20^{\circ}\text{C}$  и ако почвата е покриена со снежна покривка од 20 cm, температурата под снежната покривка не паѓа под  $-2^{\circ}\text{C}$ .

Растенијата од есенските жита, кои добро презимеле, имаат зелена боја на листовите, напролет, по затоплувањето брзо растат и братимат. Растенијата оштетени од ниските температури имаат темни листови, слаб тургор, а братењето на пресек има жолта боја.

Покрај негативното, ниските температури имаат и позитивно влијание врз земјоделското растително производство, и тоа од повеќе аспекти: мразот ја мрзне почвата, а со тоа ја подобрува нејзината структура и се уништуваат голем број на штетници и болести.

#### **11.4. Влијание на високите температури**

Повеќето културни растенија на умерениот појас околу  $40-50^{\circ}\text{C}$  загинуваат. Некои видови поднесуваат температура и до  $50-60^{\circ}\text{C}$ , но овие



високи температури може да ги поднесат само во даза на мирување и ова главно се однесува на некои повеќегодишни култури.

Високите температури најголеми штети причинуваат поради зголемување на транспирацијата и евапорацијата, поради намалување или потполно прекинување на фотосинтезата и поради забрзување на дишењето. На температура од околу 45 °C прекинува фотосинтезата, а на 45-50 °C престанува дишењето и доаѓа до загинување на растенијата. На овие температури настануваат и други нарушувања во метаболизмот на растенијата како што се: разградување на протеините и создавање на амонијак. Поради зголемување на транспирацијата доаѓа до дехидратација, коагулирање на протеините во протоплазмата, губење на тургорот, венење, па ако високата температура трае подолго време, доаѓа до трајно венење и изумирање на растенијата.

Како резултат на високите температури доаѓа до присилно зреење на растенијата, што негативно се одразува на приносот и квалитетот на производството. Кај стрнишните жита, штети од високи температури може да настанат во фаза на формирање и наливање на зрното. Овие штети се особено изразени ако температурата на воздухот е придружена со суви и топли ветрови. Вакви појави во Република Македонија има почесто во Овче Поле и Повардарието. Ваквите температури се познати како топлотен удар и можат да предизвикаат намалување на приносот на житните култури за 20-30%, а понекогаш и до 50% и повеќе.

Во зависност од потеклото и од амплитудите на приспособување, видовите и сортите во голема мера се разликуваат по однос на толеранцијата кон високите температури. Топлољубивите култури, во принцип, издржуваат повисоки температури во споредба со криофилните.

Високите температури, до одредена мера, може да бидат користени за земјоделското расително производство заради побрзо сушење на превлажни почви и нивно оспособување за обработка, како и заради корисно забрзување на дозревањето на плодовите и сушење на сеното.

## **12. Стрес предизвикан од водата како агроеколошки фактор**

### **12.1. Поим за суша**

Под поимот суша се подразбира појава на т.н. воден дефицит кај растенијата, т.е. недостаток на вода во почвата. Сушата може да трае пократко или подолго време. Ако трае подолго време, како што е случај во пустините, не може да има никаква вегетација. Сушата настанува поради недостиг на врнежи, а се зголемува со виските температури, ниската влажност и ветровите.

Освен почвената суша, може да се јави и воздушна суша, која претставува состојба на ниска влажност на воздухот. За растенијата е најштетно ако во исто време се случува и почвена и водушна суша. Воздушната суша е корисна ако повата е превлажна, бидејќи тогаш се интензивира губењето на излишната влага од почвата.

Дефинирањето на поимот суша може да се посматра од два основни аспекти и тоа:

1) суша како агроклиматска карактеристика, каде што одредени агроклиматски параметри едно подрачје го класифицираат во аридно или семиаридно

2) суша се јавува на одредени локалитети во исто агроклиматско подрачје каде што, и покрај релативно добриот режим на врнежи, почвата не може да обезбеди доволно достапна влага за растенијата

Во првиот случај сушата може да биде просечна карактеристика за цела година, а може да биде сезонска или периодична, каде се сменуваат влажни и сушни периоди.

За идентификација на сушата како агроклиматска карактеристика се користат повеќе агроклиматски параметри: сума на врнежи, врнежен фактор, индекс на суша, потенцијална и фактичка евапотранспирација. Според врнежниот фактор, просечно Гевгелија и Струмица имаат семиаридна клима, централна група реони (Тиквеш, Овче Поле и слично) имаат аридна клима, Тетово – семиаридна клима. Меѓутоа, поради сезонските промени на температурите и сезонскиот карактер на врнежите, летните месеци во сите подрачја се аридни, а останатите семиаридни до хумидни. Поголемиот дел од вегетационата сезона се карактеризира со суша.

Во исто подрачје, зависно од способноста на почвата (својствата на почвата) сушата може да дојде помалку или повеќе до израз. Во локалитети каде што својствата на почвата не обезбедуваат дволна количина на достапна влага растенијата повеќе страдаат од суша отколку во локалитети каде што почвите имаат подобри својства.

### **11.2 Отпорност на растенијата кон суша**

Секое нарушување на водниот баланс во растението, т.е. појавата на воден дефицит, предизвикува нарушување на функциите нужни за нормален пораст и развоток на растенијата. Секоја таква појава може да се толкува како влијание на одреден вид суша/ Последица од тоа е забавување или прекинување на порастот, намалување на акумулирањето на органски материи во растенијата, предвременно зреење, послабо налевање на зрното и случно. Како резултат од сето ова се добива низок принос и лош квалитет. Сушата е особено штетна во раните фази од развотокот на растенијата, бидејќи тогаш, покрај другото, се намалува порастит на кореновиот систем и надземните органи. Краткотрајната суша, обично, предизвикува застој на порастот, а подолготрајната суша може да предизвика загнување на растенијата, особено едногодишните култури кои имаат поптиток коренов систем.

Недостаток на влага во почвата многу негативно се одразува на усвојувањето на хранливите материи од почвата. Затоа, при недостаток на вода во почвата, растенијата не можат да ги користат употребените минерални ѓубриња. Уште повеќе, во случај на јака суша, многу ѓубриња, особено азотните, можат поради зголемена концентрација на соли во почвата, да влијаат негативно врз културните растенија.

При подолга суша венењето постанува трајно, бидејќи тургорот не може да се обнови поради дехидратација на клетките. При сушата се намалува фотосинтезата, а се зголемува дишењето. Исто така, се интензивира разградувањето на јаглехидратите и протеините. За време на сушниот период, кога обично температурите се високи, растенијата губат повеќе вода преку транспирација отколку што нивниот коренов систем може да прими вода од почвата. затоа растенијата престануваат со порастот, овенуваат, пожолтуваат, а ако ваквата состојба трае подолго време, загнуваат.

### **12.3. Поделбата на растенијата според односот кон водата**

Сите растенија не реагираат еднакво на дејството на сушата. Сите видови растенија според односот кон водата (сушата), се класифицираат во следните групи: **ксерофити, мезофити, хигрофити и хидрофити.**

**Ксерофити** се растенија што поднесуваат суша. Тука спаѓаат просо, сирак и слично. Во мезофити спаѓаат стрнишните жира и други полјоделски култури. Мезофитите бараат редовно снабдување со вода. Хигрофитите се растенија кои помалку или повеќе, бараат услови заситени со влага. Тука спаѓаат поголем број градинарски култури, шеќерна репа и други. Хидрофити се растенија кои делумно или целосно растат во водна средина. Тука спаѓа оризот и некои барски растенија.

Вавилонов врз основа на однесувањето на културните растенија кон водата ги дели на следните групи:

- најмногу издржливи на суша: сирак, просо, леќа, лубеница, жолта луцерка и други)
- средно поднесуваат суша: пченка, сончоглед, граор, есперзета, пченица, 'рж
- најслабо поднесуваат суша: ориз, овес, грав, соја, грашок, лупина, коноп, афион, црвена детелина и други

Поимот отпорност на суша има пошироко значење. Паркер наведува дека растенијата можат да се поделат на четири групи: растенија што ја избегнуваат сушата, растенија што ја пребродуваат сушата, растенија што ја поднесуваат сушата и растенија што се отпорни на сушата.

Растенијата што ја избегнуваат сушата се растенија коишто физиолошки не се адаптирани на суша, но животот и развитокот го одвиваат во период кога има доволно влага. Такви се ефемерните видови, кои по својата природа не се вклучуваат во ксерофити, но кусиот вегетационен период им овозможува да го завршат развитокот во влажниот период од годината. Од аспект на растително земјоделско производство, значајни се некои плевелни видови: *Veronica spp.*, *Stellaria media* и слично. Втората група опфаќа растенија што се способни да штедат вода, примарно на тој начин што имаат релативно мал транспирационен коефициент. Ваквите растенија имаат одредени одлики на

ксероморфизам. Во третата група спаѓаат растенија што имаат својство да ги отфрлаат листовите и на тој начин да ја пребродат сушата. Четвртата група ја сочинуваат растенија вистински отпорни на суша, затоа што имаат својство да кондензираат вода во листовите и во стеблата, т.н. сукулентни видови.

Културните растенија првенствено спаѓаат во мезофитни растенија макар што во рамките на ова група меѓу одделни видови и сорти има широки барања во однос на нивните барања на вода, односно на нивната издржливост на кон суша. Нужно е да се нагласи дека за добивање на високи приноси од културните растенија, кај повеќето од нив, при нивното одгледување се настојува тие да развиваат голем индекс на лисна површина, којшто, пак од друга страна, се јавува како противречен фактор по однос на економичност со вода, затоа ги изложува на релативно губење на голема количина вода преку транспирација. Затоа, секоја појава на ксероморфизам повлекува со себе намалување на приносите. Но имајќи го предвид фактот дека Република Македонија се наоѓа главно во семиаридни и аридни услови, неопходно е да се преземаат мерки за ублажување на последиците од сушата.

Од практична гледна точка, за услови во нашата земја од првенствен интерес се растенијата од првата и втората група, односно растенијата што избегнуваат суша и растенијата што ја пребродуваат сушата.

Просечните агроклиматски услови кај нас се карактеризираат со релативно влажен доцноесенски, зимски и ранопролетен период и сув период во останатиот дел на годината. При вакви услови голем број видови од првата група што избегнуваат суша се одгледуваат во текот на влажниот период, што им овозможува да избегнат секакви последици од недостиг на вода. Такви се голем број градинарски култури, чија технолошка зрелост, првенствено вегетативните органи, стасуваат рано на пролет. Делумно во оваа, а делумно во втората група спаѓаат есенските жита (пченица, јачмен, 'рж и слично) и други култури што се сеат на есен (афион, маслодајна репка, грашок). Овие култури со поголем дел од вегетацијата избегнуваат суша, но многу често со вториот дел од вегетацијата, и тоа кога се најосетливи на суша, треба сушата да ја пребордат. За овој, втор дел од вегетацијата нужно е преземање мерки што ќе им овозможат да развијат механизми за поголема отпорност на сушата.

Во нашите агроклиматски услови во текот на вегетациониот период може да настапат сушни периоди со различно времетраење и со различен интензитет. Често пати, причината за појава на сушата не се малите количини на врнежи, туку нивниот неповолен (неправилен) распоред во текот на годината.

Во повеќето од нашите рамничарски реони одгледувањето на поголем број култури (шеќерна репа, пченка, сончоглед, памук, луцерка, голем број градинарски култури), скоро не е можно без наводнување. Во некои наши реони (Овче Поле, Тиквеш) често пати не е можно одгледување на стрнишните жита без наводнување. Од аспект на одгледување на пченица, се разликуваат два сушни периоди: есенски период (септември – октомври), кога се вршат последните подготовки за сеидба и самата сеидба и ранопролетен сушен период (март-април). Според испитувањата, често пати, есенските жита немаат доволно влага за никнување, па има потреба од наводнување. Исто така, ранопролетната суша, ако не се врши наводнување во голема мера го редуцира приносот, не ретко и преку 50%).

#### ***12.4 Мерки за поефикасно искористување на водата***

За агроклиматските услови како што се во Република Македонија, најголемо значење за редуцирање на негативните влијанија на сушата имаат растенијата што овозможуваат избегнување на сушата и пребродување на сушата. Скоро целиот систем на производство е насочен кон овие решенија. За поефикасно избегнување на сушата и поуспешно пребродување на сушата посебно значење имаат следните мерки:

- воспоставување на правилен плодород усогласен со конкретните агроеколошки услови на локалитетот;
- запазување на оптималните рокови за сеидба на секоја култура;
- избор на видови и сорти чиј нормален пораст и развој е усогласен со агроеколошките услови на локалитетот;
- регулирање на транспирацијата, односно намалување на транспирациониот коефициент. Изнаоѓање на мерки за намалување на транспирацијата, а потоа да не биде нарушен интензитетот на фотосинтезата, во голема мерка може да придонесе за

убалажување и за заштеда во користењето на вода од почвата. Врз транспирацијата, односно транспирациониот коефициент се дејствува со цел комплекс агротехнички мерки со кои се овозможува растенијата да воспостават подобри односи со факторите на надворешната средина, па во тој склоп и порационално искористување на влагата.

### **12.5 Мерки за подобрување на капацитетот на достапна влага во почвата**

Точката на венењето и полскиот капацитет за вода се најзначајни константи за оспособување на почвата за задржување во себе достапна вода подолг период. Затоа, сите мерки што придонесуваат за покачување на полскиот капацитет за вода кај лесните почви, а за снижување на точката на венење кај глинестите почви, се значајни мерки против сушата. За таа цел песоковите почви се збогатуваат со глина, а на тешките, глинести почви им се додава песок. Но, тоа е можно само на мали површини, наменети за поинтензивни култури. Најефикасно подобрување на наведените водни својства се постигнува со примена на комплекс од мерки што овозможува подобрување на структурата на почвата.

### **12.6 Мерки за акумулирање на влага во почвата**

Од мерките за акумулирање на влага во почвата, за нашите агро-климатски услови, од посебно значење се длабокото орање и снегозадржувањето.

1. Длабоко орање. Примањето, пропуштањето и акумулирањето на влага во што подлабок слој на почвата е во директна зависност од порозноста на почвата. заради тоа создавањето на длабок разровкан слој почва е еден од многу ефикасните начини за акумулирање на влага во подолните слоеви од почвата. Влагата што се акумулира во подолните слоеви многу побавно испарува отколку влагата на површинскиот слој, што овозможува подолгорочно снабдување на растенијата со вода. Освен тоа, длабоко разровканата почва овозможува подлабоко развивање на кореновиот систем, со што растението станува способно да црпе вода од подолните слоеви на почвата.

Најефикасна мерка за создавање на длабок разровкан слој почва е длабоко орање. По култури со густ склоп што се прибираат порано во летото (стришни жита, маслодајна репка, грашок) пожелно е длабокото орање да биде изведено во текот на летото. По култури што се прибираат на есен, длабокото орање се изведува на есен. Летно-есенското длабоко орање, во нашите климатски услови, придонесува за акумулирање на влага во почвата од есенско-зимските врнежи. На овој начин, напролет почвата има резерва влафа во подлабок слој, што овозможува подолго време снабдување на растенијата со вода. Пролетните резерви на влага, во наши услови, се многу значајни за борба против сушата.

Во одделни случаи длабокото орање може да биде заменето со длабоко разровкување со други орудија – чизел – плуг, разровкувач и слично, зависно од системот на обработка на почвата што се применува за дадената култура.

2. Снегозадржување. Снегозадржување значи поставување одредени препреки (бариери) по површината што имаат цел да го спречат однесување на снегот од површината. Во нашата практика оваа мерска не е застапена, што не значи дека за некои подрачја не би била ефикасна.

Значајна улога во снегозадржувањето имаат ветрозаштитните шумски појаси. Ветрозаштитното дејство на појасот е 20-25 пати поголемо од висината на дрвјата што, покрај другото, служи за задржување на снегот на површината.

### **12.7 Мерки за намалување на непродуктивните загуби на влага во почвата**

Од овие мерки посебно значење имаат редуцирањето на испарувањето и борбата против плевелите.

1. Редуцирање на испарувањето. Иситнетиот и разровкан слој на почва по површината служи како изолатор кој го намалува интензитетот на испарувањето на влага од почвата. За наши услови на растително производство посебно е значајно редуцирањето на испарувањето во ранопролетниот период пред сеидата на пролетните култури, во текот на одгледувањето на окопните култури.

Со почнувањето на првите пролетни денови настанува испарување на влагата од почвата. за да се редуцира ова испарување, нужно е површината да



биде израмнета уште од предзимскиот период, а со потсушување на горниот неколку санитиметров слој, да се изврши плитко култивирање, на 5-6 см. Ваков разровкан и иситнет слој треба да се доржува до сеидбата на пролетната култура. Не е пожелно на површина на почвата да има покорица затоа што при таква состојба испрувањето на влага е многу интензивно.

Најефикасна мерка за спречување на испарувањето е покривање на површината со некоја материја – мулчирање. За мулчирање се употребува некоја растерсита материја – слама, плева, лушпа од оризова арпа. При одгледување на некои култури, како јагоди, површината се покрива со црна пластична фолија. Овој систем го спречува испарувањето на водата, го подобрува топлотниот режим, наполно го спречува развивањето на плевелите, а овозможува добивање на чисти плодови кај јагодите.

2. Борба против плевелите. Плевелите се големи кункуренти на културните растенија, покрај другото, и по однос на користењето на влагата од почвата. поради овие конкурентски односи, плевелите многу придонесуваат за културните растенија да бидат доведени во услови на недостиг на вода. Затоа, значајна мерка против сушата е успешната борба против плевелите.

Покрај напред предвидените мерки за борба против сушата, значајно место имаат мерките за спречување на истечувањето на водата по наклоните. Оваа проблематика претставува основа за разработка на мерките за заштита на почвата од ерозија.

### **13. Отпорност на растенијата кон соли**

На солени почви (зголемена хлоридна, сулфатна или карбонатна засоленост со висока содржина на Na, Ca или Mg и  $pH > 8,0$ ), добро успеваат само халофитни растенија. Биолошката прилагоденост на халофитите е усмерена кон регулирање на осмотскиот притисок (усвојување на малку соли или пак акумулирање во поголеми количини во посебни органи, поседување на способност за излачување на солите преку жлезди или излачување преку коренот или отфрлање на листовите со голема концентрација на соли).

Некои халофити можат да акумулираат до 10% соли, односно концентрацијата на соли да е дури до 75% од содржината на сува материја што како последица има многу висок осмотски потенцијал на клеточниот сок со

зголемена способност за усвојување на вода од засолената почва. Постојат 4 типа халофитни растенија:

1. растенија што акумулираат сол (еухалофити)
2. растенија што ја издвојуваат солта (кринохалофити)
3. растенија што се непропустливи за сол (гликохалофити)
4. растенија во кои се врши локализација на солта

Кај посевите со гликофити како последица на зголемената концентрација на сол доаѓа до:

- забавен раст, бројот на клетки останува ист, но тие се помали
- намален раст во должина, а зголемено задебелување на органите на растението
- забрзување на диференцијација и стареење на клетките
- намалување на сувите материи во надземниот дел на растението
- влошување на водниот режим на растението со може недостаток на К како последица на антагонизмот со Na
- појава на повеќе механичко и спроводно ткиво со формирање на трња
- произразен палисиден паренхим, со покомпактен мезофил
- намалување на бројот на стоми на единица површина, намалување на површината на листот (подебел лист)
- промена на содржината на фотосинтетските пигменти, антоцијани и нуклеински киселини

Степенот на отпорност кон солите се одредува со правецот на биохемиската реакција и односто на токсичните и заштитните материи. Механизмот за заштита на растенијата од вишокот на соли се гледа и во продукцијата на органски киселини (јаболкова и лимонска) кои ги неутрализираат алкалните јони. Отпорноста на растенијата се менува со текот на онтогенезата, а најмалку во фазата на цветање.

Најновите проучување за отпорноста кон солите укажуваат дека миоинозитолот на клеточните мембрани учествува во одговорот на зголемената содржина соли со процесот на секвестрација што комплексно го врзува јонот на Na. Исто така, инозитолот со UDP-галактозата учествува во синтеза на шеќерот рафиноза која има значајна улога во отпорноста на соли и транспортот на

шеќер, а може да се спојува и со ауксините со што ја блокира нивната функција. Можно е и директна синтеза на глукуронати до инозитол со продукција на непропустливи компоненти на клеточниот ѕид.

#### **14. Растителна имунологија – отпорност на патогени и штетници**

Растенијата постојано се изложени на патогени организми и штетни инсекти, па со текот на филогенезата се имаат прилагодено и имаат развиено механизми на одбрана. Инсектите и патогените микроорганизми се прилагодуваат на растенијата-домаќини во биохемиски, физиолошки и морфолошки поглед, многу често изразено специјализирани за поединечни растителни видови, понекогаш дури и за култури. Растенијата со време имаат развиено системска отпорност на патогените кои се темели на седум „семејства“ протеини т.н. фитоалексини со изразени антимикробски дејствија, но системската отпорност не е секогаш ефикасна бидејќи индуцира отпорност на патогените организми низ нивниот процес на адаптација.

Бидејќи фотосинтезаа е основна функција на вишите растенија, наголемата штета болното растение ја трпи од пореметувањата на фотосинтезата кои се манифестираат со хлороза и некроза. Намалување на интензитетот на фотосинтезата брзо се забележува после инфекцијата на растението со патогените бидејќи набрзо доаѓа до проблеми со транспортот на вода и хранливи материи од коренот, а потоа доаѓа до пореметување во дишењето.

Растенијата се бранат од нападите на штетните организми на повеќе начини:

- со превентивни структурни промени – површинска превлака со восок, промена во структурата на епидермисот, дебелина на клеточен ѕид, влакненца и.т.н.
- хистолошки промени – пресвлаки од плута, формирање слој за отфрлање на листови или плодови, формирање на „красти“, калозни задебелувања или чепови
- превентивни хемиски материи – различни фенолни компоненти како заштита од инфекција, протокатетични киселини, лектини

(протеини кои специфично ги врзуваат јаглехидратите и ги имобилизираат паразитните бактерии и вируси)

- со намалена синтеза на есенцијалните материји на патогените – специфични протеини, јаглехидрати и друго

Феноменот на растителната имунолошка реакција се темее на постоењето на рецептори на инфекцијата (елицитор), синтеза на сигнални материји што е иницирана со навлегувањето на патогените во одредени органи, пренос на сигналот и растителниот одговор после активирањето на генот за соодветната синтеза. Истражувањата покажуваат дека салицилната киселина е многу често ендогена сигнална компонента за имунизација на растенијата при напади од вируси, бактерии и габни патогени. Меѓутоа, механизмот за сигнализација на имунолошкиот одговор е повеќеслоен, па клеточниот сигнал ја активира транскрипцијата на гените за синтеза на фитоалексини, локалниот сигнал ја активира периферната (локална) одбрана т.н. хиперсензибилност што овозможува добивање на лезија (мртво ткиво како бариера за понатамошна инфекција), а системскиот сигнал овозможува одбрана во оддалечените делови на растението.

Репелентното (одбивачко) и атрактивното (привлекувачко) влијание на растенијата на штетните инсекти е поврзано со обликот, бојата и анатомско-морфолошките својства на растенијата, односно нивните органи (боцки, трња) и со низата на хемиски соединенија што се содржат во растенијата и имаат различно дејство.

Во текот на онтогенезата кај растението доаѓа до последователни промени на својствата на полимерите кои служат како главен енергетски извор на инсектите, па одредени видови на штетни инсекти имаат ограничено време во кое можат да направат штета. Големо значење во одбраната на растенијата од инсектите имаат растителните протеолитски и карболитски ензими кои ги хидролизираат протеините и јаглехидратите во телата на инсектите.

Материите со секундарно потекло од растенијата можат да делуваат на исхраната на штетниците стимулативно, инхибиторно и неутрално. Всушност, растенијата синтетизираат преку 10000 соединенија кои имаат атрактивно или репелентно дејство. Такви на пример се: никотинот кај тутунот, заштитни протеини (домат, соја, компир) кои ја блокираат работата на дигестивните

ензими, фарнесен (див компир) што ги одбива инсектите, како и бројни алкалоиди и терпени (дигитоксин, атропин и други).

Поради заштита од инсекти многу плодови и семе содржат амигдалин, витамин В17, хризантемата синтетизира 6 видови пиретрин кој има влијание на нервниот систем на инсектите, додека *Lycopersicon hirsutum* синтетизира инсектицид 2-тридеканон како заштитна материја.

Познат е голем број растителни видови кои имаат развиено успешен механизам за отпорност кон штетните инсекти. На пример, мравките се одбиваат со нане, афидите со нане, лук, коријандер и анасон, трипс со тагетес. Одбраната на растенијата од хербиворите (птици и цицачи) се базира на присуството на различни хемиски соединенија, најчесто антралини и ацетофенони кои делуваат на централниот нервен систем. Познавањето на механизмите за репеленција овозможува синтеза на соединенија што многу често се поефикасни од природните материји во заштитата на посевите, како на пример хербицидите на база на гликофосфат што успешно ги штити посевите со сончоглед од птиците косови.

Некои растенија синтетизираат и натибиотици па се отпорни на микроорганизми, додека другите отпорноста ја стекнуваат со синтеза на кристални материји (оксалати и силикати) кои го оштетуваат усниот апарат на инсектите и ја отежнуваат дигестијата на растителните материји од страна на инсектите.

Исто така, растенијата синтетизираат хормони на инсектите што можат да влијаат на растот и размножувањето на инсектите – ларвите не метаморфозираат во имаго или имагот станува стерилен или пак синтетизираат материји кои ја блокираат работата на некои хормони кај инсектите – цуцести ларви кај компировата златица, гасениците се преслекуваат со слој на хитин кој практично ја оневозможува исхраната на таквите единки. Овие појави се користат се повеќе во фитофармацијата бидејќи не се токсични за луѓето и не се собираат во масното ткиво на човекот што е случај со некои инсектициди.

Односот на штетниците и домаќинот можат да се пореметат, а со тоа да ја намалат отпорноста на растението и со некои агротехнички зафати. На пример, поголема доза азот е погодна за развој на лисни вошки, наводнувањето е поволно за напад на совици, уништувањето на плевелите ги

приморуват инсектите да ги полагаат јајцата во посевот и.т.н. на семепроизводството и значење во практичната работа на селекционерите за вкрстување на сорти со различна должина на денот.

## **15. Загадување и заштита на животната средина**

Земјоделството претставува една од основните човекови активности, а според интензитетот што го зафаќа во просторот, тоа е најзначајна активност. Со оглед на тоа, како и поради интензивирање на земјоделското производство со воведување на нови практики (подетално обработени во претходните поглавја за секоја позначјана земјоделска гранка одделно), без сомнение земјоделството има значјано негативно влијание врз животната средина.

Треба да се напомене дека и земјоделството исто така трпи негативни влијанија од деградираната животна средина. Така на пример, зголемените концентрации на сулфур диоксид и азот диоксид во атмосферата штетно делуваат врз растот на растенијата (види: Заштита на животната средина!). Тропосферскиот озон исто така има штетно влијание со порастот на неговата концентрација. Наспроти тоа пак, разорувањето на стратосферскиот озонски слој негативно влијае врз посевите и животните преку зголемено пропуштање на штетното ултравиолетово сончево зрачење. Значајно влијание врз земјоделството може да изврши глобалната промена на климата.

Опсегот (и интензитетот) и причините за влијанието на земјоделските практики врз животната средина се разновидни во различни региони. Главно варираат во зависност од типот на фармерското производство (интензивно-екстензивно, разновидно-еднообразно итн.) и од типот на културите. Фармите со интензивно производство (индустриски тип фарми) имаат потреба од големи количества енергија, одгледувањето добиток е интензивно, додека на посевите се аплицираат големи количества ѓубрива и пестициди. Малите екстензивни фарми, кои се покарактеристични за Македонија, имаат поинакво влијание. Покрај загадувањето, тие силно влијаат на природата и пределот, придонесуваат за ерозија итн.

## **15. 1 Загадување и заштита на воздухот**

### **15.1.1 Штетни материи во атмосферскиот воздух за живите организми и биосферата како целина**

Јаглероден моноксид (CO) е најраспространет отровен гас кој се создава во процесите на согорување на горивата. Штетното влијание врз растенијата се пројавува кога овој гас е присутен со над 125 mg/m<sup>3</sup> воздух. Потврдено е дека CO ја блокира бактериската фиксација на азотот во коренот на детелината (*Trifolium pretense*), предвремено стареење и опаѓање на листовите. Го нарушува метаболизмот, јавувајќи се како инхибитор на клеточното дишење.

**Јаглероден диоксид (CO<sub>2</sub>)** - не се вбројува во загадувачките материи, тој е постојан па дури и неопходен составен дел на воздухот кој има големо значење за автотрофните организми. Количината на јаглероден диоксид која се ослободува по биолошки или не биолошки пат постојано се зголемува може да предизвика негативни промени на климата на Земјата со зголемување на температурата како резултат на способноста на овој гас да ги абсорбира инфрацрвените зраци и да им ја одзема топлотната енергија. Тоа би предизвикало зголемување на просечната температура на планетата Земја и ќе се постигне т.н. стаклено-градински ефект кој ќе предизвика такви глобални промени на климата на планетата Земја какви што не се случиле од нејзиното постоење.

**Сулфур диоксид (SO<sub>2</sub>)** - како и другите сулфурни соединенија во атмосферата може да е од природно и од антропогено потекло. Големо количество сулфур диоксид и други сулфурни соединенија се ослободува при вулканските ерупции. Како резултат на активностите на човекот посебно при согорување на јагленот за добивање топлотна или електрична енергија се ослободува сулфур диоксид дури 70% од вкупното негово присуство во атмосферата. Уште во 1898 година, Vislicenus го докажал штетното влијание на сулфурот врз растенијата преку нарушување на фотосинтетскиот процес односно намалување на неговиот интензитет. Мерењата извршени во услови (експериментални и природни) на површини кој биле оптеретени со сулфур диоксид укажуваат на зголемување на интензитетот на транспирацијата. Штетното влијание на сулфур диоксидот се манифестира преку доведување на стомите до отворена неподвижна состојба, а симптомите се појава на периферни некрози на листовите и просторите меѓу лисната нерватура.

**Азотни оксиди ( $\text{NO}_x$ )** во атмосферата може да се од природно и од антропогено потекло. Природното издвојување на овие соединенија може да е како резултат на почвената емисија или како последица на микробиолошката активност. Како резултат на електрохемиските реакции (електрични празнења) во атмосферата, молекуларниот азот со кислородот стапуваат во реакција формирајќи оксиди на азотот. Азотните оксиди се ослободуваат и со согорување на биомасата при горење на шумски површини. Од антропогено потекло исто така азотните оксиди можат да настанат како споредни производи во производството на азотна и сулфурна киселина. Во светски размери, емисијата на  $\text{NO}_2$  во 1990 година, во споредба со 1965 година е поголема за 120,4 %. Видни оштетувања под дејство на азот диоксид, (акутни и физиолошко - биохемиски), се забележани кај растенија кој вегетираат во близина на големи индустриски објекти, во чии производствени процеси се ослободуваат азотни соединенија. Акутните оштетувања се манифестираат со појава на безбојни флеку (дамки) со сулфурно зелена нијанса. Кај голосемените растенија (*Gymnospermae*), со повредите предизвикани под дејство на  $\text{NO}_2$  се менува бојата на врвните иглици кој стануваат црвенкасти.

**Соединенија на флуорот** - предствуваат опасност за здравствената состојба на домашните животни кога во сточната храна ги има во концентрација од  $50 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , независно од тоа дали соединенијата на флуорот се акумулирани во внатрешноста на растителната храна или пак се наталожени на фуражните култури во вид на превлаки од флуорна прашина. Во близина на фабриките за производство на фосфорни ѓубрива, алуминиум, челик, циглани и таму каде што се согорува јаглен, каде што низ оџаците се издвојуваат соединенија на флуорот, концентрацијата на флуорот може да биде и до 100 пати поголема во растителните органи кај културите што се одгледуваат на таквите парцели. Кај скриеносемените растенија првите симптоми на оштетувања од соединенијата на флуорот се поврзани со појава на хлороза на врвот на листовите. Кај голосемените растенија, симптомите на акутните оштетувања од флуоридите се манифестираат со дистална некроза или т.н. врвна изгореница. Флуорните соединенија се многу потоксични отколку другите другите гасови кој се сретнуваат во поголеми концентрации во атмосферскиот воздух.



**Озон (O<sub>3</sub>)** - Се создава фотохемиски од нечистотиите во воздухот, но главно со електрични празнења при високи температури или енергија на ултравиолетовото зрачење, во комбинација со атомскиот и молекуларниот кислород. Класични симптоми на оштетувања предизвикани од озон кај скриеносемените растенија се појави на некротични дамки на горната страна на листот во форма на точки или шари. Тутунот (*Nicotiana tabacum*), претставува класичен пример од растенијата кој се јавуваат како индикатори за степенот на загаденоста на воздухот со озон. Во 1979 година било докажано дека оштетувањата на листот на тутунот со појава на карактеристични точкички се резултат на озонот (Штраус, 1989).

**Хлор (Cl<sub>2</sub>)** - е познат како зелено-жолт гас со остра загушлива миризба и е 2,5 пати потежок од воздухот. Кај скриеносемените растенија првите симптоми на оштетувања од соединенијата на хлорот се поврзани со појава на хлороза, пегавост на горната површина на листот слично на повредите од озонот.

**Цврсти честички** - Прашината е најгрубата дисперзија што ја формираат честичките со пречник поголем од 10 микрометри. Грубата и лебдечката прашина потекнуваат од природни и антропогени извори и претставуваат значаен показател кој го одредува степенот на загадувањето на атмосферскиот воздух. Во доста загадените реони на поголемите градови и во околината на индустриски комплекси, количината на прашина може да достигне 2 - 25 t/km<sup>2</sup> месечно. Прашината има особено негативно влијание врз силажирањето на суровата сточна храна. Во пределите со висока емисија на прашина каде што се одгледува овошје и зеленчук (во близина на топилници за обоени метали, фабрики за производство на фосфати и други кој во атмосферата исфрлаат прашина која содржи олово, цинк, цадмиум, флуор, арсен ид др.), може да дојде до толкаво загадување на плодовите што истите не можат да се измијат само со вода.

**Кисели дождови** - настануваат со оксидација на некој соединенија во атмосферата посебно на сулфур диоксидот, озонот, водородниот пероксид итн. и можат да предизвикаат штетни влијанија врз екосистемите директно или индиректно. Доколку под влијание на киселите дождови се изменат биолошките и физичко-хемиските карактеристики на почвата може да дојде до промена или изумирање на живите организми. Иако почвата располага со извесна

пуферизациона способност со која ги неутрализира јоните кој предизвикуваат закиселување, сепак таквата способност е во зависност од типот на почвата, начинот на обработката и од близината на загадувачите на атмосферскиот воздух.

#### 15.1.2 Загадување и заштита на воздухот

Тенкиот гасовит дел кој ја опкружува Земјата ја претставува атмосферата. Како резултат на вртложното движење и струењето на гасовите до 90 km составот на атмосферата е изедначен. Во тој дел односот на содржината на  $O_2$ ,  $N_2$  и инертните гасови е постојан и се нарекува **хомосфера**.

Смесата од гасови од постојан состав и други соединенија со променлива содржина го сочинуваат воздухот. На височина од над 90 km состојките од атмосферата претежно се движат со дифузија која е бавна, заради што нејзиниот состав не е изедначен, па овој дел од атмосферата се нарекува **хетеросфера**. Составот на воздухот кој ја опкружува нашата планета е резултат на развојот на Земјата, живиот свет и атмосферата. Содржината на  $CO_2$ ,  $O_2$  и  $N_2$  во воздухот првенствено е резултат на развојот и активноста на живиот свет.

Чистиот воздух денес може да се најде само во далечните од човекот ненаселени предели, неговиот состав е следниот  $N_2$ -78,10%;  $O_2$ -20,90%; (Ar, Kr, Ne, He и Xe) - 0,94%;  $CO_2$  - 0,03% и  $H_2$  0,01%

Покрај нив во воздухот во трагови се наоѓаат:  $CH_4$ , Oз, CO и  $NH_3$ . Тие потекнуваат од *повисоките делови на атмосферата (Оз)* или *се создаваат во текот на разградувањето на органската материја* или *како резултат на влијанието на временските услови*.

Содржината на кислород во атмосферата во нормални услови ги задоволува потребите на растенијата, па затоа *не се јавува како ограничувачки фактор во растителното производство* *недостигот од кислород може да се појави во почвата*. Во тој случај растот на коренот и ртењето на семињата е забавено, се намалува активноста на некои микроорганизми во почвата и др.

*Молекуларниот азот не влијае на животните процеси на растенијата*, така што тој не се смета како еколошки фактор. Единствено

одредени видови организми се во состојба да го врзат молекуларниот азот од воздухот, тоа се **симбионтските** и **несимбионтските азотофиксатори**.

Во воздухот се наоѓа водена пареа, која е од голема важност за живиот свет. Животните и растенијата се физиолошки и морфолошки прилагодени на одреден степен на заситеност на воздухот со вода, па затоа *поголемите отстапувања можат многу неповолно да влијаат на нивната животна функција. Така на пример, преголемата заситеност на воздухот со вода доведува до намалена транспирација кај растенијата, што повлекува со себе редица од несакани ефекти.* Во одредени услови некои растенија можат да задоволат дел од своите потреби за вода од воздухот.

Како резултат на човековата активност и некои природни појави, во воздухот можат да се најдат и цврсти честички (поленов прав и прашина).

Воздухот има две основни функции: **биолошка** (примарна) и **производна** (секундарна)

примарната улога на воздухот се огледа во:

- обезбедувањето на аеробните организми со кислород и на фотосинтетскирачките организми со јаглероден диоксид.
- воздухот претставува извор на азот, неопходна состојка на сите организми.

Растенијата имаат големо влијание во кружниот тек на елементите во биосферата, а посебно во обновувањето на кислородот во воздухот. Тој се ослободува во процесот на фотосинтезата. Заради тоа, овој процес покрај **физиолошкото** има и **еколошко** значење.

Секундарната (**производна**), функција на воздухот е заснована на присуството на кислородот и други елементи. Кислородот од воздухот е неопходен во сите процеси на согорување, добивање на секундарна топлотна и терцијална (електрична) енергија, а исто така и за бројни други активности на човекот. Азотот од атмосферата се користи на пример за производство на азотни ѓубрива. *Атмосферата има и заштитна улога, штитејќи ги живите организми од дејството на ултравиолетовите зраци, а исто така има и глобално влијание на температурата на земјата.*

Од еколошки аспект, покрај наведеното, атмосферата претставува **динамички систем**. Движењето на контаминантите го одржуваат и

потпомагаат ветровите, а важно е и влијанието на температурата, хемиските и физичките особини на загадувачите. Движењето на загадувачите на мали растојанија најчесто се одвива преку процесот на дифузија, кој претставува бавен процес.

Еколошкото значење на воздухот не се состои само во пренесувањето на загадувачите. Тој може и самиот да биде причина за загадување на средината, во случај на пренесување на прашината.

Ветерот со голема јачина може да предизвика ерозија на почвата. Движењето на воздухот има голема важност и за многу појави во животот и распространетоста на растенијата. Ветерот има влијание врз интензитетот на транспирацијата, влијае на примањето на вода и минерални материји од почвата, како и на нивниот асцендентен транспорт во растенијата, а со тоа влијае и на фотосинтезата. Директното делување на ветерот може да се забележи преку испуѓањето на плодовите на овошките, механичките оштетувања, кршењето на гранки и стебла. Движењето на воздухот има големо значење и во опрашувањето на цветовите и разнесувањето на семето и плодовите кај многу растенија.

**Атмосферскиот притисок** во нормални прилики нема поголемо еколошко значење. Тој влијае непосредно на растенијата дури при екстремни вредности. Посредно може да влијае бидејќи разликите во атмосферскиот притисок во одделни области можат да ги раздвижат воздушните маси со различна релативна влажност и температура.

### 15.1.3 Класификација на загадувачите на воздухот

Индустрijализацијата, урбанизацијата, развојот на сообраќајот и неадекватното рециклирање на отпадните материји доведуваат до зголемено количество на штетни хемиски соединенија во воздухот.

За загаден се смета воздухот кој е контаминиран со штетни материји во концентрација која го загрозува здравјето на човекот и неговата животна средина и материјалните добра.

Загадувачите на атмосферата покрај тоа што неповолно влијаат на здравјето на луѓето и животните и често го оштетуваат растителниот свет и почвата, можат да предизвикаат непријатна миризба, да ја намалат

видливоста, да ги оштетат. фасадите и историските споменици и да .предизвикаат корозија на металот.

Загадувањето може да биде **локално** и **глобално**. Во случај на глобално загадување, штетните материи со воздушните струења се пренесуваат на голема далечина. Утврдено е дека загадувањата во Германија се, пренесуваат до Северна Италија и јужна Шведска. Глобалното загадување е и зголемувањето на концентрацијата на CO<sub>2</sub> во атмосферата и почвата.

**Локалното** загадување е врзано за потесни подрачја и поголеми индустриски комплекси, градови и др. Загадувањето на атмосферата опфаќа три главни компоненти: изворите, атмосферата како посредник и рецепторите на кои штетните материи делуваат.

Изворите на загадување на воздухот се многубројни, но најважни се:

- производството на енергија, сообраќајот индустриските процеси.

Покрај овие антропогени фактори постојат и природни појави кои можат да го загадуваат воздухот како што се:

- шумските пожари, ерупцијата на вулкани, земјотресите и др.

Хемиските и физичките особини и штетноста на одделни материи кои се ослободуваат од антропогените и природни извори на загадувачи се различни (Таб.9)

Како резултат на антропогеното делување, воздухот во најголем степен се загадува со гасови кои настануваат при согорувањето на фосилните горива и технолошките постапки од разни индустрии.

Моторите со внатрешно согорување исто така претставуваат големи загадувачи на воздухот. Според некои согледувања, автомобилскиот сообраќај учествува со 60% од вкупната количина на сите супстанции кои го загадуваат воздухот. Во издувните гасови на возилата се наоѓаат околу 180 органски соединенија од кои најголем дел се канцерогени. Во бројните технолошки процеси во хемиската индустрија исто така се ослободуваат значајни количини штетни материи кои го загадуваат воздухот.

Таб. 9. Потекло особини на гасовише кои најчесто ја загадуваат атмосферата (Dassler, 1979)

Вид	Извор	Делување врз живите организми
Сулфур диоксид (SO <sub>2</sub> )	Печки во кои согорува	Ги оштетува дишните

	камениот јаглен, топилниците, хемиската индустрија, производството на кокс (сува дестилација), производството на сулфитцелулоза	органи и асимилационата површина, -оштетувањата се воочуваат и до 30 km оддалеченост од изворот
<b>Водород-флуорид (HF), силициум флуорид (SiF)</b>	Произведсво на фоосфорни ѓубрива, топилниците за алуминиум, нндустијата за цигли, керамика, стакло, потрошувачи на јаглен	Мали концентраци се токсични, а делуваат на помали растојанија од изворот (од 1 до 5km)
<b>Сулфур-триоксид (SO<sub>3</sub>)</b>	Производство на сулфурна киселина	Делува корозивно обично на помало растојание заедно со SO <sub>2</sub>
<b>Хлороводородна киселина (HCl), хлор (Cl<sub>2</sub>)</b>	Електролиза на Cl, согорување на отпадоци од PVC и јаглен кој содржи соли	Најчесто оштетува само на мали растојанија
<b>Соединенија на Pb, јаглероден моноксид, оксиди на азотот, NO, NO<sub>3</sub></b>	Возила, хемиска индустрија	Оштетувања на растенијата во индустриски региони и покрај фреквентни сообраќајници
<b>Водороден-сулфид (H<sub>2</sub>S)</b>	Преработка на нафта, индустрија за сулфатна целулоза, производство на вештачка свила	Токсичен, инхибитор на ензими
<b>Амонијак (NH<sub>3</sub>)</b>	Поголеми фарми, производство на азотни ѓубрива	Оштетувања на мали растојанија

#### 15.1.4 Извори на загадување на воздухот со потекло од земјоделски активности и практики

Земјоделството придонесува за најразновидни емисии во атмосферата. Најзначајни се емисиите на амониум и метан. Околу 90% од емисиите на амониум во Европа (8-9 милиони тони годишно) се должат на одгледување добиток и аплицирањето органско ѓубриво на земјиштето. Преживните животни се исто така значаен извор на метан (стакленички гас). Во Велика Британија на пример, одгледувањето добиток придонесува со околу 26% во вкупните емисии на метан (35% во Полска).

Азот субоксидот што се создава со денитрификација во слабо дренираните почви се должи на прекумерна употреба на ѓубрива. На списокот треба да се додаде и разнесување на пестициди (со аеросоли) кои можат да бидат транспортирани на големи далечини со атмосферските движења.

Подолу е даден кус преглед на главните влијанија на различните агро-технички мерки и земјоделски практики врз воздухот (Таб. 10).

Таб. 10. Преглед на позначајните влијанија на земјоделските практики врз воздухот

Земјоделски практики		Атмосферски влијанија
Специјализација и концентрација, интензификација	Интензивно одгелдување добиток	Емисии на метан, амониум
Ѓубрива	Животински (органски) ѓубрива (течни или цврсти)	Испарување на амониум и азотен оксид Непријатна миризба
	Вештачки ѓубрива (N, P)	Ослободување на амониум и азотен оксид
Пестициди (инсектициди, хербициди, фунгициди)		Испарување и разнесување на пестициди → негативен ефект на соседните екосистеми → транспорт на долги растојанија со врнежите
Наводнување / зафаќање на вода		Зголемување на емисиите на метан и азотен оксид (стакленички гасови)
Дренирање		Хемиски промени во почвата → стакленички гасови
Механизација	Обработка, орање	Зголемување на емисијата на прашина и цврсти честички во воздухот

## 15. 2 Загадување и заштита на водите

### 15.2.1 Значење и својства па водата

За сите растенија за Земјата како планета во целина, водата има големо и повеќестрано значење. Се смета дека на површината на Земјата денес има приближно 1,5 милијарди км<sup>3</sup> вода. Од нив 97,3% е солена вода. Водата не е рамномерно распространета на Земјата. Приближно 99,5% припаѓа на големите морски просторства, а само 0,5% на копнените води. Многу важни во глобални рамки се поларниот и копнениот вечен мраз. Меѓутоа заради промена на климата истите се во голема мера загрозувани.

Водата во природата се наоѓа во долните делови од атмосферата, во тропосферата, каде ја претставува т.н. **атмосферска вода**, потоа на површината на Земјата, т.н. **хидросфера**, тоа се површински води како и во земјината кора во литосферата. Тој дел го опфаќаат **подземни води**, како и

еден незначителен дел од вкупниот биланс на вода која влегува **во состав на ткивата од животинскиот и растителен свет.**

Односот на количината на водата во **атмосферата, хидросферата и литосферата, изнесува 1:100,000:10.**

Бројни физички и хемиски особини ја прават водата идеална средина за многу организми. Според денешното гледиште, животот, веројатно потекнал во вода, во првобитните океани. Водата е неопходна и незаменлива за целокупната биоценоза. Таа **влијае на климата, претставува, предмет и средство за работа, извор на енергија, естетски елемент на природата, па затоа претставува општествено богатство.**

Планетата Земја има **огромни водени резерви**, вбројувајќи ја водата која се наоѓа во атмосферата, **но не и доволно квалитетна вода** која е соодветна за употреба на човекот и за наводнување.

Како резултат на се поголемата загаденост на средината, денеска е многу **критична состојбата во однос на ресурсите на чиста вода**, што е особено изразено во индустриски региони и обласа кои се сиромашни со вода за пиење. Се смета дека **проблемот со недостигот на чиста вода за пиење во светски рамки е дури и поголем од недостигот на енергијата.**

Се проценува на пример дека во Латинска Америка и на Карибите **90 милиони луѓе** се загрозувани од недостаток на чиста вода, а во југоисточна Азија дури **630 милиони**. Затоа денес се прават големи напори во насока на што порационално користење и заштита на водата од понатамошно загадување воопшто, а посебно на квалитетната вода за пиење.

Зачувување на водата од загадување има **исклучителна важност и за земјоделството**. Фармите за одгледување на добитокот имаат потреба за чиста и квалитетна вода. Таа претставува еден од основните услови за успешен развој на сточарството.

Растителното производство, посебно производството на квалитетна, здравствено безбедна храна е незаменлива без чисти незагадени површини и подземни води. Постоењето на квалитетна вода, посебно е значајно во сушните предели, во кои поголеми и постабилни приноси можат да се добијат само во услови на наводнување. Имајќи го претходното во предвид, заштитата на водата од загадување во рамките на заштитата на агрокосистемите и многу пошироко има исклучителна важност за земјоделското производство.



Современото земјоделство не е само голема потрошувач, првенствено на квалитетна вода, туку истовремено претставува и нивен потенцијален загадувач. Затоа во процесот на производство при користењето на различни хемиски средства, растурањето на течните ѓубрива, отпадните води и друго, потребно е да се обрне особено внимание, да не дојде до загадување на површинските и подземни води.

Со загадувањето на водите не се загрозува само земјоделското производство, туку и целиот жив свет, како и економските и естетските вредности на природата, заради што овој проблем заслужува особено внимание.

Зачувувањето на водата од загадување е важно и од причини што потребата за квалитетна вода во светот секојдневно се зголемува, заканувајќи се да стане ограничувачки фактор за понатамошниот развој на нашата цивилизација. Зголемената потрошувачка на вода во глобални рамки доаѓа како резултат на постојаниот пораст на бројот на жителите на Земјата, развојот на индустријата, земјоделството, културата на живеење и воопшто урбанизацијата на животната средина. Од периодот од 1945 до 1970 година, потрошувачката на вода во светот се зголемила за два пати. Потрошувачката на вода е најголема во економски развиените земји.

Водата во голема мера го одредува и карактерот на климата. Хумидноста на климата зависи од количината, интензитетот и распределбата на врнежите и заситеноста на воздухот со водена пареа. Хумидноста на педосферата зависи од количината на вода, која таа може да ја прими и да ја задржи, од количината на врнежи, нивото на подземни води и друго.

Заради исклучително големото еколошко значење на водата и нејзината улога во животните процеси на растенијата, недостатокот на вода честопати се јавува како ограничувачки фактор во растителното производство.

Затоа заштитата на водата од загадување и нејзиното рационално искористување претставуваат предуслов за понатамошна интензификација на Земјоделското производство.

### **15.2.2 Поим, вид и начин на загадување**

**Под загадена вода се подразбира секоја квалитативна и квантитативна промена на физичките, хемиските и биолошките својства и составот на водата.**

Морињата, езерата и реките се помалку ги задржуваат своите природни својства. Во светот на интензивна индустријализација, урбанизација и демографска експанзија, огромни количини од отпаден материјал од индустријата, населбите, рудниците и друго доспеваат до поврашнските води. Тие со своите физички хемиски и биолошки особини, во голема мера влијаат на природната рамнотежа на воднените екосистеми и имаат несаканн последици по здравјето на човекот и економијата. Како резултат на се поинтензивната урбанизација и индустријализација *во развиениот дел на светот скоро и да нема река или езеро кое не прима канализациона или отпаднна вода од индустријата.*

Загадените површински води во најголем број случаи имаат за последица и загадување на подземните води. Бидејќи големите реки најчесто протекуваат низ повеќе земји, *проблемот со загадените водени текови, а често и езера, мориња и океани, станува и меѓународен проблем.* Заради тоа денес големо внимание се посветува на *пречистувањето на отпадните води* а воопшто на заштитата на водите и водните екосистеми од загадување.

Потребите на урбаните средини, земјоделството и индустријата за квалитетна вода се се поголеми, а ресурсите на природна чиста вода се помали, меѓутоа загадувањето е се поинтензивно.

Постојат бројни класификации на извори и типови на загадување. На пример при загадување на реките можат да се разликуваат следните типови:

**-отпадни води и други нечистотии со кои се зголемува потрошувачката на кислородот;**

**- предизвикувачи на инфекции, материји кој растенијата ги користат како храна;**

**- органски киселини;**

**- минерални и неоргански соли и киселини;**

**- тврд отпад;**

**- радиоактивни материји и**

**- термално загадување;**

Загадувањето може да се категоризира и како:

- **урбано, индустриско, земјоделско и друго.**

На основа на делувањето и последиците кои загадувањето може да ги има на животната средина загадувачите можат да се категоризираат во:

- **хемиски, физички и биолошки.**

**Хемиското загадување** го предизвикуваат хемиските агенси кои ги менуваат некои од природните особини на водата како на пример *вредноста на рН, количината на растворливиот кислород, мирисот, вкусот* и друго. Хемиското загадување може да биде *органско и неорганско*.

**Физичкото** загадување влијае врз менувањето на некои физички својства на водата: *прозирноста, температурата, радиоактивноста* и др.

**Биолошкото** загадување на водата влијае врз присутноста на најразлични патогени (бактерии, вируси, габи), кои можат да бидат непосредни причинители на болести.

*Отпадните води можат да ги загрозуваат површинските и подземните води.* Загадувачите на површинските води можат да бидат:

- *индустриските и земјоделски објекти, населбите, енергетските објекти кои отпадните води ги испуштаат во канализационите системи или отворените канали.*
- *Обработливи површини исто така можат да бидат извор на загадување. Водите кои истекуваат од обработливите површини носат со себе: пестициди, нитрати, фосфати и друго.*

### **15.2.3 Извори на загадување на површинските води**

#### **1. Отпадни води од населбите**

Голем извор на отпадни води претставуваат **населбите** кои преку своите канализациски изливи ги загадуваат површинските води. Отпадните води од

населбите се создаваат како резултат на животните активности на населението.

Отпадните води од населбите можат да содржат материи кои се суспендирани, емулгирани или растворени цврсти честички. Тие главно содржат органски материи. Неорганските материи главно се состојат од средства за перење и хигиена и од отпадоци од различен состав.

**Отпадните води на населбата ги карактеризира голема бактериолошка загаденост.** Тие можат да содржат предизвикувачи на заразни болести и паразити, особено ако потекнуваат од кланиците. Отпадните води од населбите содржат и значителни количини детергенти, некои од нив подлежат на биолошко разложување, а некои не. Детергентите се главен извор на фосфати.

Атмосферските отпадни води можат да бидат приклучени на канализационата мрежа на населбите. Тие носат со себе загадувачки супстанции од воздухот, растворените оксиди, чадот, солта и сите загадувачки материн кои се наоѓаат на почвата, на покривите и на фасадите на куќите и улиците.

Заради големата оптеретеност на отпадните води на населбите со разни загадувачи тие не можат директно да се користат за наводнување. Градските отпадни води потребно е биолошки да бидат пречистени, доколку се користат за наводнување на ливадите, тревниците, градинарските култури, заради тоа што тие води содржат покрај останатото и колиформни бактерии.

Постои значајна разлика во степенот на контаминација на отпадните води од домаќинствата и градските отпадни води.

Отпадните води од домаќинствата, без учество на индустриските отпадни води се среќаваат кај помали населби. Тие по правило не содржат посебни штетни сотојки. Во овие води по жител дневно се акумулираат околу 75 g сува материја, околу 14 g азот, 3,1 g фосфор и 2,9 g калиум.

Градските отпадни води кои претставуваат мешавина на отпадните води од домаќинствата и индустријата се одликуваат со поголем степен на загаденост. Тие се обично со слаба алкална реакција и со ниска концентрација на растворени материи (од 450 до 650 mg/dm<sup>3</sup>). По хемискиот состав се многу различни. Тие содржат од 25 до 50 mg/dm<sup>3</sup> азот, од 50 до 75mg/dm<sup>3</sup> калциум, од

20 до 35 mg/dm<sup>3</sup> магнезиум, понатаму 5-8 mg/dm<sup>3</sup> фосфор, натриум, калиум и др.

Со поголеми содржина на Na се одликуваат отпадните води на домаќинствата. Во зависност од потеклото на градската отпадна вода можат да содржат и поголема количина на тешки метали, кои мораат да се имаат во предвид.

## **2. Индустриски отпадни води**

Составот и количината на индустриските отпадни води зависи од бројни фактори, кои се карактеристични за секоја гранка, а најчесто за секоја индустрија.

Индустриските отпадни води опфаќаат:

- процесни, разладни, санитарни и отпадни води од чистење на објектите и опремата на индустријата.

Според видот на загадувањето индустриските отпадни води можат да се поделат на :

води кои претежно содржат неоргански и органски материи,

- биолошки потешко или полесно разложливи.

Индустриските отпадни води стануваат се поголем проблем и се се поголеми загадувачи на површинските, а посебно на подземните води. Ќе издвоиме некои големи продуценти на отпадни води како што се:

- хемиската, металопреработувачката, прехранбената, текстилната индустрија, индустријата за кожа, како и енергетските и термоенергетските објекти.

Отпадни води од индустријата содржат илјадници различни хемиски супстанции. Тие можат да бидат типични и специфични.

Голем дел од нив се многу токсични за биоценозата и за водените станишта. Најзначајни загадувачи на отпадните води се:

- суспендираните материи, органските материи (масла, хлориди и др.) потоа неорганските материи (сулфати, нитрати, фосфати, соли на тешки метали, флуориди, цијаниди, сулфиди).

Според потрошувачката на вода прехранбената индустрија доаѓа веднаш по хемиската индустрија. Во таа гранка водата се троши за транспорт на

суровините, екстракција на корисните состојки, разладување, термичка обработка на готовите производи, чистење на просториите, опремата и друго. Во отпадните води на оваа гранка од индустријата, се наоѓаат растворени или суспендирани разновидни претежно органски материи. Овие материи кои содржат (делови од организмите) подлежат на гниење.

Шеќераните спаѓаат во големи загадувачи на површинските води со органски материи. Во шеќераните обично постои рециркуларен систем на води од растоварувањето и миењето на репката, кои всушност ја сочинува најзагадената вода во шеќераните.

Отпадните води од шеќераните имаат слабо алкална реакција и содржат органски материи кои лесно и бргу гнијат. При разложувањето на органската материја од отпадните води на шеќераните во анаеробни услови, се создава значителна количина **водороден сулфид** од кој се шири многу непријатна миризба. Водородниот сулфид неповолно влијае и на фауната на реципиентите.

### **3. Отпадни води од земјоделството**

Отпадните води од земјоделството, претежно истекнуваат **од големите фарми за добиток**. Значителна количина ѓубрива се добива на фармите за говеда и свињи. Ова претставува отпадна вода која е високо оптеретена со органски и минерални материи. Нејзиното пречистување до квалитет за да може да се испушти во водотеците бара големи трошоци, што е економски неоправдано.

Најчесто на фармите се врши нивно одлагање во земјени базени -лагуни. Овие одлагалишта, најчесто немаат заштитен дел, па течното ѓубриво може да продри, во подлабоките делови од почвата, претставувајќи голема опасност за подземните води.

Единствено рационално и прифатливо решение е користењето на течното ѓубриво во растителното производство. За истото да може да се искористи, мора да се задоволат определени санитарни и еколошки услови. За постигнување на таа цел, течното ѓубриво мора да се подготви и да се стабилизира, при што се користат најразлични технологии. Една од нив е **анаеробната дигестија**. При оваа технологија **како спореден производ, се**

**добива биогас** кој може да се користи како извор на енергија и на тој начин да може да ги намали трошоците за обработка на течното ѓубриво.

Обработката може да биде и **аеробна**. Со аеробната обработка, се забрзува развојот на аеробните микроорганизми и минерализацијата на органската материја. При растурање на течното ѓубриво, најчесто, доаѓа до непријатен мирис на амонијак.

Отпадните води во сточарството, потекнуваат и од санитарните чворови и млекарите на фармите. Тие содржат средства за одржување на хигиената, заштитни средства, резидуи од лекови и микроорганизми кои се присутни во сточарското производство.

Подземните води претставуваат трајно обновлив природен ресурс. Подземните води можат да бидат по потекло од различни длабочини. **Подземните води од поголеми длабочини се бистри, без вкус и мирис и можат да се користат за пиење без претходно пречистување.** Подземните води имаат како ресурси на вода за пиење незаменлива улога и непроценливо значење. Таа нивна карактеристика потронува е да се чува, преку грижата за нивниот режим, спречувањето на ослабнувањето на нивните капацитети и зачувувањето на нивниот квалитет.

Температурата и тврдината на подземните води зависи од подлогата низ која протекуваат.

Составот на водата која протекува од малите длабочини може да биде сличен на површинските води.

Отпадните води кои мигрираат во поголемите води било, преку дождовите или со наводнување е особено големо. Адсорптивната способност на почвата е исто така важна, доколку е таа поголема, продирањето на загадувачките материји во длабочина ќе биде помало. Исто така почвата која е прекриена со вегетација, многу подобро ги прочистува отпадните води.

Во заштитата на подземните води од загадување, на почвата и припаѓа значајна улога. Од физичките, хемиските и механичките особини и биогеноста на почвата, зависат евапорацијата и привремената ретенција на водата, интензитетот на разложување на органските материји, врзувањето на растворените минерални материји и нивното искористување од страна на растенијата.

До загадување може да дојде како резултат на брзо површинско истекување или брзо процедување на отпадните води кон подземните води. Површинското истекување може ефикасно да се спречи, додека процедувањето, кое во најголем дел зависи од особините на почвата, тешко може да се контролира. Процедувањето е особено интензивно на лесни, песокливи почви, особено кога приливот на одредени количини на загадувачки материји, штитејќи ги на тој начин подземните води од загадување.

Биогеноста на почвата е многу важна, бидејќи од неа зависи во колкава мерка и со каква брзина ќе се разградуваат штетните материји. Во некои случаи таа може да биде и непожелна. На пример ако почвата е богата со органска материја, а исто така и отпадни води, интензивните процеси на минерализација и нитрификација ќе доведат до зголемување на концентрацијата на нитрати во подземните води.

Подвижноста и имиграционата способност на одредени јони и материји, воопшто во почвата е многу различна. Во многу подвижни јони кои во хумидни услови, лесно се преместуваат во поголеми длабочини спаѓаат:  $\text{NO}_3^-$  натр.  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ , борната киселина и др., а во помалку подвижни кои бргу се врзуваат за адсорптивниот комплекс на почвата или преоѓаат во водата во тешко растворливи соединенија: амонијак  $\text{NH}_4^+$ ;  $\text{HPO}_4^{2-}$  фосфат и друго.

Водата за пиење не може да содржи повеќе од 20 ppm нитрати. Оваа вредност може значително да се покачи, ако во близината на изворот се врши ѓубрење со поголеми дози азотни ѓубрива, и ако испирањето на азотот во подлабоките делови од почвата е поинтензивно. Од еколошки аспект особено штетно е обогатувањето на подземните води со нитрати.

#### **15.2.4 Последици од загадување на водите**

Загадувањето на водите може да предизвика далекусежни промени во акватичните биоценози. Со внесувањето на загадувачки материји се менуваат физичките и хемиските особини на водата, се забавуваат или оневозможуваат процесите на самопречистување, доаѓа до промени во густината и дистрибуцијата и животинските и растителните видови во просторот и времето до натрупување и таложење на цврсти и суспендирани материји по дното на коритата, до деградација на природниот пејсаж.

Делувањето на одредено загадување на материите зависи од:



нивната природа, концентрација како и бројните еколошки фактори. Најважни се: температурата, концентрација на водородни јони. Повисоките температури го потенцираат делувањето на некои отрови.

Ефектите од загадувањето на водите на акватичната биоценоза, можат да бидат непосредни и посредни.

**Непосредното делување** на токсичните материи (**тешки метали, феноли, пестицади**) претставува нивно влијание **врз животните процеси** на водените организми.

**Посредното делување** се остварува преку **промена на важните природни својства** на водата (**температура, боја, рН вредност**).

Под влијание на загадувачките материи се менува составот на биоценозата, трофичкиот, а многу често како последица исчезнуваат помалите толерантни форми, што има за последица осиромашување на разновидноста на биоценозата.

На ниво на популација се **намалува бројноста на популацијата**, се **намалуваат репродуктивните способности**, а се појавува хермафродизам.

Доаѓа до **промена на старосната структура**, се зголемува бројот на **возрасни организми** кои обично **се поотпорни** спрема загадувањето од помладите.

Се јавува и пореметување во однесувањето на животните, ориентацијата во просторот, губењето на способноста за пливање, измени во прометот на материите.

#### **- Органско – хемиско загадување**

Најважни извори на органско загадување на водите се прехранбената индустрија, урбаните отпадоци и земјоделството, посебно сточарство. Главни состојки на органското загадување на водите се: остатоците од зеленчукот, овошјето, отпадните води на фабриките за шеќер, пиво, млечни и месни производи, потоа растителни влакна, масти и др.

Органските материи различно делуваат на квалитетот на водата и на акватичната биоценоза, во зависност од нивниот хемиски состав и биолошка деградибилност на водата. На основа на овие особини, тие можат да се групираат во четири категории:

- органски материи кои подлежат на разградување;

- материи чие разложување е многу бавно;
- материи кои бргу се разложуваат;
- органски материи кои имаат токсично дејство.

Органскиот отпад од природно потекло, под влијание на микроорганизмите, подлежи на разложување. Разложувањето тече преку оксидативните процеси како последица на што се намалува концентрацијата на кислородот во водата.

Вклучувањето на отпадните води од фармите за добиток кон водените текови, има за последица покрај останатото зголемување на концентрацијата на азот и фосфор, со што се зголемува опасноста од еутрофикација на водените текови. Затоа се препорачува нивно користење во наводнувањето, така што се намалува опасноста од загадување на водите, а истите придонесуваат во исхраната на земјоделските култури.

Отпадните води од фабриките за целулоза се многу богати со биолошки деградибилни органски материи. Затоа доведуваат до намалување на количината на кислород во водата што многу штетно влијае на биоценозата.

Отпадните води на шеќераните содржат сапонини. При концентрирација на кисел сапонин од  $6 \text{ mg/dm}^3$  доаѓа до угинување на рибите.

Фенолите во површинските води се испуштаат од многу индустриски погони. Тие делуваат многу токсично на акватичните организми. Во рибите се акумулираат особено хлор - фенолите, кое е двапати поголемо доколку во водата се присутни детергенти.

Урбаниот отпад, и водите од сточарските фарми, можат да содржат и различни лекови, како што се антибиотиците, сулфонамидите и други кои можат да претставуваат посредна или непосредна опасност за рибите и за здравјето на луѓето.

Во површинските води често се наоѓаат и полициклични ароматични јаглеводороди. Најчесто тоа се деривати на нафтата. Со нив може да е загадена и водата за пиење. Тие кај човекот можат да предизвикаат канцерогени заболувања.

Пестицидите кои се наоѓаат во водата го загрозуваат здравјето на рибите и другите водени организми, а преку нив и на човекот. Многу распространети претставници на индустриските отрови кои се пратечки супстанции, на органо-хлорните инсектициди се полихлорираните бифенили. Полихлорираните бифенили влијаат на хормоналната рамнотежа, предизвикуваат оштетувања на кожата и го зголемуваат црниот дроб.

При постојано внесување во организмот, пестицидите, можат да имаат и мутагено, канцерогено и тератогено дејствување. Со вообичаените постапки за добивање на вода за пиење преку водозафати на речна вода, пестицидите, тешко може да се отстранат од водата.

Урбаните отпадни води, а во помала мерка и индустриските се оптеретени со присуство на поголеми количини на детергенти. Според нивното делување, можат да се поделат во три групи: анјонски, катјонски и нејонски детергенти. За водените екосистеми најштетни се анјонски активните детергенти. Во оваа група спаѓаат сапуните, алкилсулфатите. Особено опасен е тетрапропиленбензолсулфонат TBS кој хемиски и биолошки тешко се разградува.

Анјон - активните детергенти, кои се користат за перење на алиштата, содржат најразлични адитиви, меѓу кои и фосфати. Заради преголема употреба на детергентите преку отпадните води на речните текови и езерата, доспеваат големи количини на фосфати, што ги забрзува процесите на еутрофикација на водата. За да се избегне тоа, се прават напори фосфатната компонента од детергентите да се зголеми со други супстанции со слични карактеристики.

#### ***- Последици од физичкото загадување***

Во случај на физичко загадување, доаѓа до промена на физичките својства на водата: осмотскиот притисок, температурата, бојата, мирисот, радиоактивноста и др.

Осмотскиот притисок на водата се менува како последица на загадувањето со соли.

Отпадните води од урбаните средини на пролет, после топењето на снегот и мразот, можат да содржат значителни количини на соли. Индустриската сол, во зимските месеци во градовите и на патиштата се користи за одмрзнување. На пример во САД, годишно, за тоа таа цел се

користи околу 6 милиони тони сол. До концентрирано загадување на водата со соли може да дојде при експлоатацијата на нафтата.

Заедно со нафтата се извлекуваат големи, количини солена вода, која потоа се влева во истечните води. Индустриските отпадни води можат исто така да содржат големи количини на соли. На пример во реката Рајна се влеваат отпадните води од индустриското подрачје така што содржината на сол во неа е толку висока што нејзината вода, не може да се користи за наводнување, што им нанесува големи штети особено на земјоделците во тие региони.

Со загадувањето со соли се менува, минералниот состав на водата и осмотскиот притисок, што неминовно води кон промени во составот на биоценозата. Воочено е дека при обогатувањето на слатките води со соли се појавуваат халофитни организми, кои порано во нив не биле присутни.

Отпадните води се честопати загреани, а по влегувањето ја загреваат водата на приемникот. Во случај на води кои истекуваат тоа загревање, постепено се намалува заради влијанието на атмосферските и геоморфолошки услови и мешањето на придојдената свежа вода. Температурата се вбројува во најважните еколошки фактори, па затоа нејзината промена вкупно влијае врз сите елементи од акватичната биоценоза, составот, густината на популацијата и друго.

Покрај споменатите форми на физичко влијание на загадувачите на водата врз приемникот, постојат и други фактори кои зависат од карактеристиките, на загадувачите и локалните прилики. Некои отпадни води можат да ја заматат водата и битно да влијаат на нејзината боја и мирис. Менувањето на оптичките карактеристики на водата е примарно и во најголема мерка влијае на растителниот свет (фотосинтезата), а преку нив и на други акватични организми.

Површинските води претставуваат важни елементи на секој пејсаж. Промената на бојата и на мирисот во голема мерка ја намалуваат нивната естетска, практична а со тоа и економската и амбиенталната вредност на целата средина.

Во водата може да се најдат и радиоактивни материи. Радиолошката контаминација предизвикува многустрани и специфични биолошки ефекти соматски и генетски. Радиоактивните елементи можат да бидат многу отровни.

На пример радкумот е 25 000 пати потоксичен од многу токсичниот арсен. Меѓутоа тој не се наоѓа вообичаено во водата. Биолошки многу токсичен е стронциумот. Стронциумот се акумулира во коскениот ткиво, од каде што ги оштетува сите делови на организмот. Стронциумот се одликува со долго време на распаѓање (28 години),а во водата се наоѓа само во трагови.

Заради интензивната акумулација на радионуклеидите во животинските и растителните организми, дури и при нивната концентрација, под максимално дозволената, потребна е непрекината контрола на радиоактивноста на водите.

#### **- *Последици од биолошкото загадување***

**Под биолошко загадување се подразбира, загадување на водата со различни патогени, бактерии, вируси, габи и др.**

Биолошкото загадување, посебно на подземните води, може да го загрози физичкото здравје на луѓето. Бидејќи водата се користи, масовно за пиење и за други намени, биолошкото загадување може да предизвика болести кои имаат карактер на епидемија. Се смета дека биолошкото загадување на водите по здравјето на човекот е многу поопасно од хемиското, заради тоа што конзумирањето и користењето на хемиски несоодветната вода, ретко за последица има акутно труење.

Водата за пиење може многу лесно да се зарази со патогени микроорганизми, посебно во лошите хигиенски услови. Преку водата можат да се пренесуваат предизвикувачите на: тифус, паратифус, дезинтерија и колера. Предизвикувачите на овие заболувања во водата за пиење доспеваат преку водата загадена со фекалии, преку мешање со канализационата вода или при висок водостој.

Во водата покрај бактерките можат да се најдат и други патогени организми, како што се: предизвикувачите на амевна дезинтерија.

Во економски неразвиените подрачја цревните заразни болести (воглавно хидричните епидеми) се јавуваат како резултат на неисправна вода за пиење. Причини за тоа можат да бидат: градежно - техничките недостатоци на водоводните инсталации и уреди, несоодветно одлагање на отпадните материи, т.е. хигиенски неисправната вода. Од инсектите најголема опасност претставуваат разните видови маларични комарци, кои пренесуваат маларија.

До биолошка контаминација на водотеците и реципиентите, може да дојде и на места каде се излеваат води од поголемите сточарски фарми. Воочено е дека на тие места значително се зголемува бројот на колиформните бактерии.

- **Еутрофикација**

Честа последица од загадувањето на водите е нивната еутрофикација **Еутрофикацијата претставува процес на стареење на водените екосистеми.** Причинителите на еутрофикацијата можат да бидат надвор од екосистемот, тогаш тоа е вештачка т.с. **алохтона** или пак последица се природните процеси, тогаш зборуваме за **автохтона** еутрофикација.

Еутрофикацијата на езерата и други води, со децении е интензивизирана со антропогеното делување. Во бројните олиготрофни езера процесите на еутрофикација се забрзани. Дури и во Бајкалското езеро, кое припаѓа на најстарите и најдлабоките езера во светот, се воочуваат процеси на еутрофикација.

На еутрофикацијата на водените екосистеми во голема мерка, влијаат водите кои во нив доспеваат или во вид на отпадни води или како дождови. Од обработливите површнини, кои се ѓубрени интензивно, протекуваат значајни количини хранливи материи; нитрати, фосфати и друго. Отпадните води, покрај минералните материи во реципиентите носат и огромни количини органска материја. Дождовите во областите кои се одликуваат со загадена атмосфера, можат исто така да ги обогатуват водите со минерални материи. Голема количина на органска и минерална материја, може да доспее во водата и со ерозијата.

Обогатувањето на водата со хранливи материи има за последица зголемување на биолошката продукција т.е. зголемување на биомасата во екосистемот. Во такви услови често пати создавањето на органската материја тече побрзо од нејзината минерализација, како резултат на што, таа се таложи на дното. Во плитките води светлината продира до дното, температурата на водата е зголемена, како резултат на што трофичната зона го зафаќа целиот екосистем.

Обогатувањето на водите со хранливи материи резултира со брзо размножување на растителниот свет, посебно на алгите, чија густина најчесто

се движи над 500 единици на  $\text{cm}^3$  вода, а во екстремни случаи и преку милион. За разложувањето на алохтоната и автохтоната органска материја се троши голема количина на кислород, како резултат на што се снижува нивото на растворениот кислород во водата. Неговата концентрација во водите каде процесот на еутрофикација е интензивен, може да се намали на 2 до 3  $\text{mg/dm}^3$  во споредба со вообичаената концентрација од 10 до 12  $\text{mg/dm}^3$ . Еутрофните води имаат слаба видливост и зелена боја. Промените на физичките и хемиските карактеристики на водата во текот на еутрофикацијата имаат како последица намалување на бројот на видови и зголемување на густината на популацијата. Рибите се особено чувствителни кон намалената концентрација на кислородот.

Се смета дека зголемената концентрација на фосфорот е еден од главните двигатели на еутрофикацијата на водените средини. Затоа, се прават напори, да се спречи внесувањето на поголеми количини фосфати во водата, преку контролата на нивните извори. Еден од главните извори на фосфорот се детергентите. Концентрацијата на истиот може да се намали преку негова трансформација во нерастворлив калиум - фосфат. Концентрацијата на фосфорот во водите може да се намали во посебни базени, во кои растат алги. Тие собираат значајни количини на фосфор. Алгите потоа можат корисно да послужат во исхраната на добитокот.

Брзината на еутрофикацијата зависи од бројни фактори, климатски услови, длабочина на водите а особено од богатството на водата со хранливи материји. Затоа со неправилното ѓубрење особено со минерални ѓубрива може да се забрза еутрофикацијата. За да истото се избегне, се препорачува, помала доза на ѓубрива, нивно внесување во повеќе наврати, не одеднаш по можност по престанок на дождливиот период.

За водата која содржи поголеми количини хранливи материји, се вели дека е трофична. Степенот на трофичноста во водениот екосистем претставува показател за оценката на квалитетот на водата. Се разликуваат три основни степени на трофичност (ги има вкупно девет): слабо продуктивни или олиготрофични, средно продуктивни или мезотрофични, и многу продуктивни или политрофични екосистеми. Олиготрофичното езеро, под влијание на антропогениот фактор може да прејде во еутрофно, плитко езеро.

Природната автохтона еутрофикација, тече бавно а претставува процес на менување на животната средина, кој влијае на живиот свет.

- ***Влијание па водостопанските објекти на режимот на површинските и подземните води***

Изградбата на водостопанските објекти (брани) всушност претставува вештачка акумулација. Вештачките акумулации се со различни големини и секогаш имаат повеќенаменски карактер. Тие се користат како хидроенергетски потенцијал, за снабдување со вода на населбите, индустријата, земјоделството - наводнувањето, потоа за рибници, спорт и рекреација.

Во околината на акумулациите се зголемува нивото на подземните води. Промената на режимот на подземните води зависи од повеќе фактори:

- промена во режимот на површните води;
- природниот режим на подземните води и видот на хидротехнички работи. Режимот на подземните води се наоѓа под влијание на взаемно променливи фактори од кои најважни се:
- климатските; хидролошките, хидрогеолошките и еколошките, биогените и антропогените. Со измената на некои од наведените фактори доаѓа како причинска последица и промената на режимот на подземните води во просторот на делувањето на подземните води. Во тоа светло потребно е да се гледа и влијанието на акумулациите, каналите и други на режимот на подземните води. Овие промени се согледуваат во изменетиот режим на подземни води, односно во подигање и спуштање на нивото на подземните води. Изменетите хидролошки услови предизвикуваат промена во водениот и солниот режим на земјоделското земјоште во таа зона, што може да влијае на приносот на одгледуваните растенија. Процесите на засолување и алкализација, често се ограничувачки фактори во земјоделското производство. Овие процеси се во функција на водениот режим на почвата. Со дефенирање на водениот режим се одредуваат и тенденциите на солниот режим во смисла дали преовладуваат процеси на алкализација - деалкализација, односно соленизација - десоленизација.



Режимот на подземните води, под влијание на вештачките акумулации станува се понеповолен и честопати го спречува оптималното користење на земјоделското земјиште. За да се отстранат неповолните последици на прекумериите води во крајбрежниот регион, се наметнува потребата за изградба на дренажни системи.

Влијанието на вештачките акумулации на брзината на течењето на реките доведува до промени во составот и бројот на индивидуите на акватичните живи организми и до големи измени во терестричната флора и фауна. Бројни животни се потопени, а многу од животните како последдца на измнетите услови се принудени да ја менуваат средината. Како резултат на тие промени доаѓа до прекин во синџирот на исхраната исчезнуваат одредени видови од одредено подрачје или доаѓа до фаворизирање на други.

Вештачките акумулации, посебно оние кои се изложени на загадување, имаат низа специфичности, во однос на речниот тек и природниот езерски систем. Затоа постои битна разлика во составот на зоопланктонот на вештачките акумулации.

Вештачките акумулации влијаат и на микро климата на околниот простор. Доаѓа до зголемување на влажноста на воздухот и до промени во температурата.

Покрај браните и акумулациите и другите водостопански објекти, можат да влијаат на режимот на површинските и подземните води. Со изградбата на каналската мрежа, може да се одведе прекумерната вода и по потреба да се спушти или да се подигне нивото на подземните води.

Поради фактот што негативните ефекти од неповолниот режим на подземните и површинските води се во корелација со почвата преку влошување на водениот и солниот режим, на тој проблем потребно е да се обрне посебно внимание, како од еколошка, така и од агрономска гледна точка.

#### **15.2.5 Извори на загадување на воздухот со потекло од земјоделски активности и практики**

Главните типови загадување на водите од земјоделските активности произлегуваат од нитратите, пестицидите, површинско истекување на ефлуентот од органско ѓубриво и негова мешавина со почва и прав. Покрај тоа,

загадувањето со фосфати од земјоделството (особено сточното ѓубре) е исто така значајно иако најзначаен загадувач се комуналните отпадни води. Значајно е што фосфорот во подземните води и почвата потешко се отстранува од нитратите.

Зголемените нивоа на фосфор и нитрати во подземните води (и тоа помали концентрации од оние што се постигнуваат) можат да доведат до еутрофикација на копнените и крајбрежните морски води. Загубите на нитрати од земјоделството зависат од типот на земјоделска активност (види: поглавје - сточарство).

Употребата на пестициди, особено хербициди, кои исто така се употребуваат и во неземјоделски активности - покрај патишта и пруги на пример - можат да доведат до контаминација на водните тела и присуство на резидуи во водата за пиење. Случајни излевања на материјали богати со органски материји (јајца, сточарски течни отпади, органски ѓубрива) во водните тела можат да предизвикаат недостаток на килород за организмите и загуба на водни организми. Постепеното неслучајно испуштање доведува до еутрофикација. Ерозијата и површинскиот истек доведуваат до седиментација во водните тела. Суспендираните честички во водата може да доведат до запушување на водните корита, со што се намалува потенцијалот за контрола на поплави и/или енергетската продуктивност.

Потребите за наводнување во сувите подрачја (кај нас на пример) вршат голем притисок на природните водни екосистеми.

Подолу е даден кус преглед на главните влијанија на различните агротехнички мерки и земјоделски практики врз водите (Таб. 11).

Таб. 11. Преглед на позначајните влијанија на земјоделските практики врз водите

Земјоделски практики		Влијанија врз водите
Специјализација и концентрација, интензификација	Зголемување на големината на полињата, отстранување на вегетациониот покров	Отстранување на вегетациониот покров → зголемување на површинскиот истек и оптоварување со седименти → седиментација, контаминација, еутрофикација
	Интензивно одгледување добиток	Ефлуент од сеното/сламата → органска материја и минерали во водните тела (фертилизација)
	Интензивни култури	Почвена ерозија → зголемен истек на седименти → загадување на водите

		(фертилизација)
Ѓубрива	Животински (органиски) ѓубрива (течни или цврсти)	Изливање на органска материја и минерали во водните тела → еутрофикација → недостаток на O <sub>2</sub> → зголемена маса на алгите и водните растенија, помалку риби Цедење во подземните води → загадување на водата за пиење
	Вештачки ѓубрива (N, P)	Цедење на нитрати и површинско истекување на фосфати → зголемени концентрации на минерални материи → еутрофикација на копнените и крајбрежните води, контаминација на аквиферите
	Отпадни материи (тиња)	Цедење на минерални материи и други хемикалии во аквиферите
Пестициди (инсектициди, хербициди, фунгициди)		Цедење на подвижни резидуи и продукти на нивниот распад → подземни води → возможно влијание врз диви животни, риби и ресурсите на вода за пиење
Наводнување / зафаќање на вода		Снижување на нивото на подземната вода → салинизација / алкализација на почвата → влијание на квалитетот на површин. и подзем. води → води за пиење
		Преголемо зафаќање за некои култури → притисок врз водните ресурси во некои подрачја
Дренирање		Канализација → хидролошки промени → возможно намалување на акватичниот биодиверзитет
		Зафаќање → снижување на нивото на подземната вода
Механизација	Обработка, орање	Зголемен површински истек, оптоварување со седимент и неговите честички → седиментација, контаминација, еутрофика.
	Употреба на тешки машини	Набивање на почвата → зголемен површински истек и оптоварување со седимент → седиментација, контаминација, еутрофикација

### 15. 3 Загадување и заштита на почвите

#### 15.3.1 Деструкција на почвата

Најчестиот вид на деструкција на почвата е ерозијата. **Под ерозија на почвата се подразбираат процеси кои доведуваат до однесување и**

**разоривање на почвата.** Тоа е природна појава, која се одвивала и пред појавата на цивилизацијата, само што со активноста на човекот се забрзуваат ерозивните процеси. Затоа во стручната терминологија се кроисти поимот: **антропогена ерозија.**

Губењето на почвата и намалувањето на нејзината плодност преку ерозијата може да биде многу големо. Ерозијата денеска претставува голем еколошки проблем, во светски размери, посебно на почви каде што неплански се врши сеча на шумите. Ерозијата може да биде предизвикана од водата или ветерот.

Рушењето ка крајбрежјето на морињата и езерата, под влијание на брановите се нарекува абразија. Ерозијата на коритата на водените текови се вика флувијална ерозија. Однесувањето и одлагањето на песокот и други некохерентни почви по пат на ветерот се вика еолска ерозија. Иригационата ерозија може да ја предизвика водата при наводнувањето на земјоделските површини. **Глацијалната** ерозија предизвикува движење на мразовите и лавините. **Суфозија** е внатрешна ерозија на подземната вода односно површинската вода која се инфилтрира во почвата.

Секој ерозивен процес, претставува збир од следните појави: почетно движење на честичките од почвата со различна големина, пренесување на придвижените честички и одлагање на честичките. Најголем дел од ерозионите наноси, потекнува од ораниците кои неправилно се користат.

До ерозијата предизвикана со вода доаѓа на коси терени. Интензитетот на водената ерозија се зголемува со зголемување на аголот на закосување на теренот и интензитетот на дождовите. До водена ерозија може да дојде и на скоро рамни терени, но нејзиното штетно делување на такви терени е многу мало. На глинеста почва водената ерозија започнува при пад од 0,5 до 1°, а на песклива од 1 до 2°. Силна ерозија настанува при пад на теренот поголем од 5°. Однесувањето на почвата при ерозијата со вода, зависи не само од падот на почвата (закосување), туку и од карактеристиките на истата и интензитетот и количината (на дождовите).

Почвите со постабилна структура се поотпорни на ерозионите процеси. Пропустивиге, пескливи почви се помалку изложени на делување на ерозијата од помалку пропустливите илвестии и глинести почви.

Вегетацијата е важен фактор при ерозијата. Растенијата го ублажуваат ударот на дождовните капки. Тие придонесуваат кон намалување на брзината на истекување на водите низ падините и ги подобруваат физичките карактеристики на почвата. Количината и интензитетот на дождовите се исто така многу важни. Особено со зголемување на интензитетот на дождовите, доаѓа до зголемена ерозија.

Почвите кои се донесени од падините, се насобираат на подножјето, при што се добиваат т.н. **колувијални почви**. Овие почви се одликуваат со поголема содржина на органска материја, дебелината на хумусниот дел, може да достигне понекогаш и 2 m. Овие почви, меѓутоа немаат поволни физички карактеристики, бидејќи се збиени и слабо пропуштаат вода. Истовремено на еродираниот дел од падината, дебелината на почвениот дел, понекогаш не е поголем од неколку cm.

По пат на водената ерозвја, покрај тоа што се губи почвата, се намалува и нејзината плодност, се намалува и содржнната на хумусот и хранливите материји. Приносот на еродирани почви, може да биде помал, понекогаш и за три пати. Загубата на почвата при водената ерозија е функција, која зависи од повеќе фактори:

$$A = f (R, K, L, S, C, P)$$

- A - загуба на почвата од единица површина ;
- R - фактор на ерозионата способност на дождот;
- K - фактор на чувствителноста на почвата кон ерозијата;
- L - фактор на должината на закосената површина;
- S - фактор на падот;
- C - фактор на вегетацијата;
- P - фактор на борба со ерозијата;

Како заштита од ерозијата се препорачува **претворање на деградираните ниви во ливади, мелиорација на деградираните пасишта, пошумување на големите површини, антиерозивно стопанисување со шумите и почвите, одгледување на повеќегодишни култури на деградирани површини и терасирање на теренот.**

Во заштитата од ерозивните процеси, важно место им припаѓа на изведувањето на различни технички, биотехнички и други работи, како и спроведување на административни норми во согласност со важечките прописи и закони. За успешно спроведување на борбата против ерозијата, потребно е во прв ред да се отстранат нејзините причинители, дури потоа да се лечат последиците.

Ерозијата предизвикана од ветерот или еолската ерозија, подразбира однесување на почвата под влијание на ветерот. При тоа треба да се истакне дека со еолската ерозија се однесува највредниот дел од почвата. Интензитетот на ерозијата со ветерот зависи од јачината на ветерот. Поради тоа од големо значење се: траењето, турбуленцијата и правецот на ветерот. Ерозијата предизвикана од ветерот особено вклучува и рамни површини, кои не се покриени со вегетација. Вегетацијата, односно наземните органи на растенијата, ги намалуваат ударите на ветерот, а коренот сам ја задржува почвата. Сувата почва, односно почвата со помала содржина на органска материја и нестабилна структура е поподложна на еолска ерозија.

Почвата која се карактеризира со поголемо учество на честички поголеми од 1mm, помалку е изложена на еолска ерозија. Ветерот обично ги носи честичките со големина од 0,02 до 0,8 mm. Затоа почвите кои имаат голема содржина на фино песок и мала содржина на органски материји и ако се суви, лесно еродираат со ветерот.

Ерозијата предизвикана од ветерот и водата покрај тоа што ја однесува плодната почва, туку предизвикува и други штети: водата ја измива кореновиот систем, а ветерот механички, ги оштетува растенијата. Горниот дел од обработливата почва кој содржи ѓубрива и пестициди, се однесува на други површини, каде можат да предизвикаат непожелни последици. Ерозијата го помага и ширењето на плевелите. Ерозијата може да има големо влијание и на квалитетот на површинските води.

Потенцијалната еолска ерозија, може да се пресмета со формулата:

$$E = f(I, K, C, L, V)$$

**Е** - годишната потенцијална еолска ерозија во тони од единица површина,

**I** - фактор на еродибилност на површината,

**K** - фактор на нерамноста на површината,

**C** - можеен климатски фактор,

**L** - средна должина на незаштитената површина, мерена долж насоката на доминантниот ветер,

**V**- показател на вегициониот простор.

Постојат бројни мерки за заштита од ерозијата со ветерот. Ефикасна заштита можат да претставуваат ветрозаштитните шумски појаси. Во реоните каде што има големи опасности од еолска ерозија, почвата треба што помалку да се обработува. Примената на органски ѓубрива, поволно влијае на заштитата од еолската ерозија. Освен ерозијата, предизвикана од водата и **ветерот** може да дојде и до т.н. суфозија - хемиска ерозија која се добива со растворање на  $\text{CaCO}_3$  во присуство на  $\text{CO}_2$ . Оваа појава можат да ја предизвикаат и киселите дождови.

- ***Користење на земјоделското земјиште за други намени***

Во текот на историскиот развој на цивилизацијата и се поголемите потреби за храна, почнуваат да се зголемуваат обработливите површини, за сметка на пасиштата, шумите, мочуриштата и други делови од необработените површини. Меѓутоа од причини на намалениот број на земјоделци, и урбанизацијата како и развојот на индустријата и сообраќајот доаѓа до интензивно користење на земјоделското земјиште за други намени. Во последно време во економски развиените земји и земјите со голем наталитет, обработливите површини во апсолутни и релативни вредности по жител интензивно се намалуваат.

Затоа од аспект на зачувување на земјоделското земјиште, од исклучителна важност е прашањето за изградбата и изборот на локацијата на населбите, големите објекти и терените, а особено на патна мрежа. При проектирањето на патиштата се избираат најкратките правци, не земајќи го во предвид квалитетот на земјиштето. Земјоделското земјиште се губи и заради изградбата на викенд куќи особено во близината на големите градови.

Изградбата на хидроакумулациите, исто така зазема големи површини земјоделско земјиште. Најчесто тоа се квалитетни плодни почви. Последица на сите споменати активности е трајното исклучување на земјоделското земјиште од земјоделското производство.

Во термоелектраните, после согорувањето на јагленот, заостануваат големи количини на пепел. Пепелот се депонира најчесто на обработливите површини. Депониите од пепел и кога не завземаат многу големи површини, доколку разместувањето на пепелот со ветар не се спречи, тој може да се разнесува и на голема оддалеченост од 10 km. Пепелот се таложи како на почвата така и на земјоделските култури, загадувајќи ја на тој начин животната средина. Се прават големи напори, со цел да се најдат најповолни решенија за асанација на пеплиштата од големите термоцентрали.

За време на површнската експлоатација на рудното богатство, во сите фази се уништува почвата: при истражувањата, припремата, изградбата на инфраструктурата, при експлоатацијата, одлагањето на извадената руда. Почвата е најважниот природен ресурс, кој практично не се зголемува, и затоа, оштетувањето на почвата, претставува проблем за многу земји во светот.

Објектите од инфраструктурата: (далноводите, патиштата, пругите и др.) се градат на основа на проекти, во кои се води сметка за техничките прописи и економичноста, за дадениот вид на објектот, како резултат на што трајно се исклучуваат од земјоделско производство, големи површини од обработливо земјиште. Плодното земјиште во светот е ограничено и се смета дека граничната вредност за исхрана на еден жител изнесува **0,17 хектари**.

#### ***- Еколошки аспекти на примената на пестицидите***

Користењето на пестицидите и минералните ѓубрива, покрај облагородувањето на растенијата, механизацијата и наводнувањето, во значителна мера придонесува за зголемување на приносот и подобрување на квалитетот и нутритивната вредност на одгледуваните растенија и во заштедата на работната енергија. Користењето на хемиските заштитни средства во заштитата на растенијата од болести, штетници и плевели, придонесува за решавање на егзистенцијалните проблеми на човештвото, во обезбедувањето на се поголеми количини на храна, посебно во неразвиените делови од светот. Нивното користење овозможува поголема продуктивност на



трудот и поголема економичност во производството. Користењето на пестицидите е во непрекинат пораст. Се смета дека нивната употреба расте со годишна стапка од 2 до 6%.

Денес, имаме големи придобивки од хемизацијата во земјоделството, и во рамките на тоа од користењето на пестицидите. Меѓутоа при неправилна употреба, тие претставуваат голема опасност за здравјето на луѓето и животните како и опасност за животната средина. Имајќи го тоа во предвид, како и фактот дека пестицидите влегуваат во синџирот на исхраната, преку растенијата, нивната содржина во растенијата е од голема важност во производство на здравствено безбедна храна. И покрај штетните последици што може да ги има, особено несовесната и нестручната примена на пестицидите, се смета дека употребата на овие средства и понатаму ќе се зголемува, а причината за тоа е се поголемата потреба од производство на храна. Пестицидите не само што овозможуваат поголемо производство на храна, туку и тоа што е произведено да може да се сочува. Се смета дека годишните губитоци од храна во светот, кои ги прават различните штетници и предизвикувачите на болести изнесуваат 33 милиони тони.

Проблемот со остатоците од пестициди во храната, почвата и водите, станува се поактуелен, затоа што е утврдено дека, пестицидите при одредени концентрации, можат многу неповолно да влијаат на нивните организми. Производството на квалитетна здравствено и токсиколошки исправна храна, како и заштитата на животната средина, добива се поголемо значење. За да се задоволат потребите на земјоделството од пестициди, а истовремено за да се заштити животната средина од загадување, се тежнее кон производство на препарати кои се карактеризираат со висока селективност и ефикасност, се користат во помали количини по единица површина. Се прават напори за замена на порезистентните соединенија со помалку постојани, кои помалку се натрупуваат во синџирот на исхраната, почвата и водата.

Покрај наведеното важни се и критериумите во поглед на генотоксичноста на препаратите, како и замената на постојните препарати на кои плевелите, габите и инсектите веќе станале резистентни. На интегралната заштита и припаѓа исклучително важно место во заштитата на животната средина од загадување со пестицидите.

Пестицидите можат да се делат според различни критериуми: биолошката активност, начинот на делувањето, облиците на производство, времето на примена. Најважни групи на пестициди се: хербицидите, инсектицидите и фунгицидите. Меѓу хербицидите најважни се: феноксикарбонските киселини, алифатичните и ароматичните карбонски киселини, хетероцикличните карбонски киселини, ароматските триазоли, триазини, урацили и друго.

Меѓу инсектицидите најважни се органохлорираните соединенија, органо (тио) фосфорни соединенија; метилкарбамат и синтетските пиретроиди. Во поново време како инсектициди внесени се инхибиторите на раст: феромони, репеленти, хемотрисерилизанти.

По потрошувачката фунгицидите доаѓаат после хибридите и инсектицидите. Перзистентноста на фунгицидите во споредба со хербицидите и инсектицидите е помала, со исклучок на живините соединенија, чија примена е ограничена или е забранета. Фунгицидите се помалку отровни за цицачите. Дитиокарбаматните фунгициди се едни од најважните класи на органски фунгициди. Покрај нив важни се и: бензимидазолните карбамати и ацилаланините.

Три *основни* карактеристики се важни за пестицидите: отровност; способност за натрупување и фитотоксичност. Во поново време се зголемува бројот на еколошки помалку опасни пестициди, но сеуште голем е бројот на препаратите кои со нестручно користење ја загрозуваат животната средина.

**- *Влијание на пестицидите на почвата и нивното несакно  
делување врз луѓето животните и другите организми***

Пестицидите доспеваат во почвата непосредно и посредно. Непосредно со цел унштување на штетните организми (превели, инсекти и др.) кои се наоѓаат во почвата или на нејзината површина. На овој начин доспеваат најголемата количина на пестициди во почвата. До побрзо загадување на почвата со пестициди, доаѓа при нивното таложење од атмосферата, загадените води, со измивање од третираните растенија или околните површини на закосени терени, од остатоците од угинатите третирани животни, растенија и др.

Во зависност од хемиските и физичките карактеристики на пестицидите и почвата, од климатските услови, биогеноста на почвата, и др. судбината на пестицидите, во почвата може да биде различна. Тие можат да се врзат за различни соединенија во почвата, да се адсорбираат, како и да се испираат се подлабоко во подолните делови од почвата, растенијата ги примаат преку кореновиот систем. Разложувањето на пестицидите, тоа може да биде: микробиолошко, хемиско или фотохемиско.

Микробиолошкото разложување на пестицидите е интензивно во услови кои поттикнуваат размножување и животна активност на микроорганизмите. При тоа голема важност има рН вредноста на почвата, температурата, процентот на органска материја и влага во почвата, аерираноста и др. Испарувањето на пестицидите (хербицидите) е поинтензивно на повисоки температури и влажна почва. За да се намали испарување, потребно е препаратите, во текот на примената, веднаш да се внесат во почвата, во вид на гранули .

Интензитетот на измивањето на пестицидите низ почвениот профил, зависи од количината и распоредот на дождовите, растворливоста на пестицидите во вода, содржината на хумус и глина во почвата и др. Од еколошки аспект, многу е важна и перзистентноста на пестицидите во почвата. Пестицидите во почвата, треба да останат доволно долго, стабилни т.е. во непроменета форма, за да се постигне саканата цел, а потоа за што пократко време да се разградат во соединенија, што не делуваат штетно на организмите. На тој начин евентуалните несакани последици по корисните организми, од почвата би се довеле на најмалата можна мерка.

Според перзистентноста (постојаноста) во почвата, пестицидите можат да се поделат во неколку групи. Во слабо перзистентни пестициди се вбројуваат оние кои во почвата се задржуваат, т.е. одржуваат активност 30 дена, средно перзистенти се од 30 - 60 дена, перзистентни се од 6 месеци до една година, а многу резистентни се оние кои во почвата се задржуваат подолго од две години.

Перзистентноста на пестицидите во почвата зависи од бројни фактори. Најважни се хемиските карактеристики на соединението, типот на почвата, еколошките услови, обработката на почвата, растителната покривка и др.

Органохлорните инсектициди се карактеризираат со голема перзистентност. Времето потребно да се разгради 95% од соединението во почвата, кај оваа група соединенија се движи од 3 до 10 години. Перзистентноста на органохлорните инсектициди во голема мерка зависи од рН вредноста на почвата. Таа е многу поголема во киселите почви и почвите богати со органска материја. Во киселите шумски почви времето, потребно да се разгради 50% DDT, може да изнесува и до 35 години.

Кај голем број органо фосфатни соединенија перзистентноста, ретко преоѓа една година. Перзистентноста на фунгицидите во почвата е од помала важност, додека постојаноста на голем број хербици е помала од една година.

Здравјето на луѓето може да биде загрозено, од остатокот на пестициди, кои доспеваат во намирниците, во текот на производството, прометот и ракувањето или со намерното труење.

После примената пестицидите доспеваат во почвата или на површината на растенијата, од каде тие ги натрупуваат во своите ткива.

Растенијата можат да ги натрупуваат пестицидите во значителни количини. Интензитетот на акумулирање на пестицидите во растенијата, зависи од нивните карактеристики начинот на примената, еколошките услови и карактеристиките на растенијата.

Концентрацијата на пестицидите во земјоделските производи може да се намали на повеќе начини. Кутикуларните и субкутикуларните остатоци можат да се одстранат со лулење на плодовите, а екстракутикуларните со миење. Термолабилните пестициди под влијание на повисоки температури се разградуваат.

#### **- Еколошки аспекти од примената на минералните ѓубрива**

Просечните приноси на одгледуваните растенија по единица површина, во изминатите триесет години во светот значително се зголемуваат. Приносот на растенијата во просек, годишно се зголемува за 5 до 6%. Ако се анализираат факторите кои придонеле кон брзиот развој на растителното производство во последните децении, се доаѓа до заклучокот, дека најголем придонес припаѓа на облагородувањето на растенијата, создавањето на нови високопродуктивни сорти и хибриди и примената на различни хемикалии:

минерални ѓубрива, пестициди, регулатори на растење и др. Се смета дека на минералните ѓубрива во зголемувањето на приносот учесгуваат со околу 35%.

Примената на минералните ѓубрива, во голема мерка влијае на зголемениот принос во растителното производство. Меѓутоа, се поголемата примена на минералните ѓубрива, хербицидите и други хемиски средства создава нови проблеми со кои особено се соочуваат индустриски развиените земји. Прекумерната примена на споменатите хемикалии, може да предизвика најразлични пореметувања во биолопжата рамнотежа на агросистемиге и пошироко, а може непосредно или посредно да го загрози здравјето на човекот.

Минералиите ѓубрива можат да влијаат како позитивно, така и негативно на карактеристиките на почвата, воздухот и водата. Тие можат да влијаат на реакцијата, структурата и биогеноста на почвата и да придонесат кон натрупувањето на штетните материи во почвата и растенијата. Тие можат да предизвикаат еутрофикација на површинските води и да ги загадуваат подземните води. Минералните ѓубрива можат да влијаат и на составот на воздухот и да придонесат кон зголемување на содржината на штетни материи во воздухот и оштетувањето на озонскиот слој. Од минералните ѓубрива, од аспект на загадување на средината, најголема опасност предизвикуваат азотните ѓубрива.

#### **- Еколошки аспекти од примената на азотните ѓубрива**

Од сите хемиски средства во земјоделството најповеќе се користат минералните ѓубрива, а посебно азотните. Користењето на азотните ѓубрива, во последните децении, значително побрзо расте во споредба со потрошувачката на другите минерални ѓубрива, затоа што азотот во голем број случаи поволно влијае на големината на приносот, а во одредени услови, може и да го подобри нивниот квалитет.

Зголемената примена на азотните ѓубрива во многу земји, посебно во индустриски развиените ја следи и се поголемата употреба на течните ѓубрива, особено околу големите сточарски фарми а исто така и комуналните отпадоци, кои се исто богати со азотни соединенија. Покрај тоа евидентно е загадувањето на атмосферата со оксиди на азотот и амонијакот. Се наведуваат податоци дека на 1 ha, годишно доспеваат 2 до 5 kg азот. Меѓутоа се смета дека овие количини се значително поголеми, а особено во земјите со развиено сточарско

производство. Овие околности, како и стремежот кон се поголем принос водат кон низа нови проблеми, меѓу кои посебно се истакнува, зголемувањето на концентрацијата на нитрати во почвата, површинските и подземните води и во растенијата. Собирањето на нитрати во природата, покрај тоа што предизвикува низ еколошки проблеми, директно го загрозува здравјето на луѓето и на животните.

Употребата на високи дози, азотни ѓубрива во долг временски период може да доведе до зголемување на содржината на соли во почвата. Оваа појава е особено непожелна на почви, чија природна содржина на соли е висока.

Минералните и органските ѓубрива можат да влијаат на бројноста и составот на организмите во почвата кои се значајни за нејзината плодност. Влијанието на минералните ѓубрива на биогеноста на почвата, зависи од бројни фактори дозата и видот на ѓубривото, карактеристиките на почвата и др. Тоа може да биде посредно и непосредно влијание. Посредно можат да влијаат на промената на рН вредноста и структурата на почвата и на концентрацијата на соли. Доколку почвата со примената на азотни или други ѓубрива се закиселува, се успорува оксидацијата на амонијачниот азот во нитратен облик, бидејќи микроорганизмите кои вршат оксидација се чувствителни на кисела средина. Овие организми се чувствителни и на поголема концентрација на амониум јон. Активноста на микроорганизмите кои го врзуваат елементарниот азот од атмосферата се намалува со зголемување на дозата ка азотни ѓубрива. Меѓутоа вкупната биогеност на почвата обично се зголемува.

#### **- *Еколошки аспекти од примена на фосфорни ѓубрива***

Прекумерната примена на фосфорните ѓубрива, може исто така да предизвика еколошки проблеми. Појавата на висока содржина на лесно достапен фосфор во почвата (понекогаш и до 10 пати поголем од оптималниот) како последица на употребата на високи дози на ѓубрива, во подолг временски период, доведува до пореметување во минералната исхрана на растенијата. Во присуство на висока концентрација на фосфор, некои биогени елементи, како на пр: железо, бакар, манган, а посебно цинк, создаваат за растенијата тешко достапни соединенија (цинк фосфат).

Фосфорните ѓубрива, како примеса содржат и тешки метали (Cd, Ni, Cr, Hg). Нивната содржина во фосфорните ѓубрива во голема мерка зависи од потеклото на суровите фосфати.

Фосфорните ѓубрива се најголемите загадувачи на почвата со кадмиум. Во некои истражувања се истакнува дека при долготрајната примена на фосфорните ѓубрива, вообичаено е зголемувањето на содржината на овој тежок метал во почвата.

Содржината на жива во поголем број комерцијални, минерални ѓубрива е пониска од 50 mg/kg, освен во фосфорните ѓубрива, во кои може да биде и значително поголема.

Арсенот се карактеризира со голема фитотоксичност. Фосфорните ѓубрива се потенцијален извор на арсен. Неговата концентрација во фосфорните ѓубрива зависи од потеклото на фосфорната руда која во просек содржи околу 8 mg арсен на kg. Се смета дека со употреба на 55 kg фосфорни ѓубрива годишно во почвата, се внесува 912 mg арсен по  $m^2$ , односно дека неговата концентрација во почвениот слој до 20 cm годишно се зголемува за 0,005%.

Фосфорните ѓубрива се карактеризира со поголема содржина на флуор. Фитотоксичноста на овој елемент, може да се очекува, само во киселите почви. Во присуство на поголема концентрација на калциум и фосфор, тој се врзува, градејќи соединенија кои се недостапни за растенијата ( $CaF_2$ ).

Со користење на фосфорните ѓубрива во почвата се внесува и стронциум. Концентрацијата на стронциум во фосфорните ѓубрива, се движи во широки граници и не ретко достигнува 12 000 mg/kg.

Со употребата на фосфорните ѓубрива, почвата се обогатува и со уран. Токсикологијата на ураниумот се базира на два механизми. Првиот е нерадијационото односно, непосредното токсично дејство, кое е својствено за тешките метали и јонизационото, како последица на емисијата.

Фосфорот го забрзува процесите на еутрофикацијата, на водата. Фосфотот од фосфорните ѓубрива може да доспее во површните води преку изливање на површниот слој на почвата или преку ерозионен нанос и др.

Фосфорните ѓубрива можат да влијаат и на рН вредноста на почвата. Тоа може да има позитивни и негативни последици. Закиселувањето придонесува кон мобилизацијата на неопходните елементи, посебно на микроелементите, а зголемувањето на рН вредност го намалува неповолното делување на киселата средина на растенијата и го мобилизира молибденот.

Фосфорните ѓубрива, покрај фосфорот, содржат и некои други неопходни елементи за растенијата, на пример суперфосфатот, покрај 8% фосфор, содржи 13% сулфур и околу 20% калциум. Еколошкото значење од примената на фосфорните ѓубрива, не се сведува само на обезбедување на растенијата со фосфор. Тоа придонесува и кон обезбедување на растенијата со други неопходни елементи.

#### **- Еколошки аспекти од примената на калиумовише ѓубрива**

Од калиумовите ѓубрива, најповеќе се користи калиум хлоридот, а поретко, калиум сулфат. Овие ѓубрива не содржат примеси во поголеми количини, кои би можеле да ја загадуваат средината. Благодаретеа на тоа дури и при употребата на поголеми дози од калиумови ѓубрива не доаѓа до оптеретување на ланецот на исхраната со непожелни материји. Во калиумовите ѓубрива во занемарливи количини се наоѓаат Cu, Cd, Sr, Zn и Mo, додека присуството на други елементи, кои можат да ја загадуваат средината, како што се: As, CrCo, Cd и Pb заради малата концентрација не можат да се утврдат со вообичаените аналитички постапки.

При употребата на поголеми дози калиум хлорид или калиум сулфат може да дојде до намалување на рН вредноста на почвата како последица од размената на  $K^+$  и  $H^+$  јони, во адсорптивниот комплекс на почвата. Затоа, во случај на употреба на поголеми дози на калиумови ѓубрива, посебно на кисели почви се препорачува користењето на калиум карбонат.

Во случај на ѓубрење со вообичаени дози од калиумовите ѓубриња, не доаѓа до познати промени на рН вредноста на почвата, бидејќи калиумовите соли се неутрални.

Ѓубрењето со калиум - хлорид има за последица губење на хлор од почвата, затоа што јоните на калиумот се адсорбираат. При долготрајната употреба на поголеми дози на калиум, во почвата, се зголемува содржината на лесно достапниот калиум, натриум и бариум.



- **Токсично делување на некои тешки метали**

**1. Олово**

Најголем загадувач на природата со олово се моторните возила. Собирањето на олово во растенијата, зависи од повеќе фактори:

- \* одалеченоста на растенијата од големите сообраќајници,
- \* должината на траењето на вегетацијата;
- \* правецот и интензитетот на ветерот;

Интензитетот на контаминација на растенијата со олово, прогресивно се намалува, со нивната оддалеченост од големите сообраќајници. Растенијата оловото во неогранска форма послабо го примаат и пренесуваат во надземните органи, со исклучок на киселите почви каде примаат значително поголеми количини Pb.

Меѓутоа органските соединенија на оловото, особено нивште меѓупроизводи кои се добиваат со разложување на олово - тетраетилот, како што се олово ди и триетили, многу бргу се примаат од растенијата и се пренесуваат во надземните органи. Собирањето акумулирањето на оловото е поинтензивно во коренот отколку во надземните делови.

Големата моќ за акумулирање на коренот, може да биде и еден од заштитните механизми во однос на надземниот дел.

Основниот механизам на токсичност на оловото, е пред се неговото влијание врз метаболизмот ка калциумот и инхибирањето на бројните ензимски системи. Оловото во поголеми концентрации го инхибира издолжувањето на коренот и растот на лисната површина, ја поттикнува оксидацијата на IAA (индол оцетната киселина), го инхибира интензитетот на фотосинтезата, транспортот на електрони во процесот на оксидативната фосфорилација и ензимите на пентозофосфатниот циклус. Оловото има негативно влијание и врз примањето на неопходните елементи и врз морфолошко анатомската градба на растенијата, особено на листовите.

Чувствителноста на одредени растенија кон поголеми концентрации на олово е различна. Механизмот на толерантност на растенијата, кон поголема концентрација на олово, не е сосема јасен и често се поврзува со метаболизмот на фосфорот. Се претпоставува дека растенијата се почувствителни на олово, доколку се недоволно обезбедени со фосфор.

Труењата кај луѓето и животните може да се поделат на **професионални** и **случајни**. Според текот можат да бидат **акутни** и **хронични**. Професионалните труења со олово од хроничен карактер, можат да се случат при инхалација на оловна пареа или прашина во индустријата. Кај добитокот до труење може да дојде при бањање со инсектициди против паразити, преку затруена храна, со лижење на оловни бои.

Оловото е систематски отров кој ги оштетува ткивата и органите. Тој се врзува за SH групата на ензимите, ги потиснува металите од металоензимите и на тој начин ги инхибира ензимите.

Од вкупно внесената количина, кој човек се ресорбира од 5 до 10%. Тој се собира во коскениот ткиво. Тука се акумулира до 90%. Во коските се натрупва како герциерна сол  $Pb_3(PO_4)_2$ . Делува кај крвта и хематолитичките органи. Симптоми: суво грло, жед, металеи вкус во устата, грчеви и парализа.

## **2. Жива**

Живата е многу распространета во природата но во исклучително мали количини. Меѓутоа сите нејзини соединенија се исклучително токсични, заради што и нивната содржина во растенијата е од големо значење.

Фитотоксичноста на живата не претставува поголем еколошки проблем. Концентрациите при кои се воочуваат симптоми на растенијата се над оние кои вообичаено се наоѓаат во почвата. Коренот претставува препрека за поголемо натрупување на живата во надземните делови на растението.

Концентрацијата на жива во надземните органи првенствено зависи од интензитетот на примањето на испарливите соединенија. Во преведувањето на живата во почвата во испарливи соединенија важна улога имаат микроорганизмите. Меѓутоа откако ќе дојде во надземните делови бргу се трансформира.

Испарливите соединенија на живата, лесно поминуваат низ липидниот слој на биомембраните. Живата ја нарушува градбата на биомембраните и ја менува активноста на ензимите, со што го нарушува прометот на материите и го инхибира растењето и развојот на растенијата.

Во поглед на токсиколошкото значење на луѓето и животните, живата после арсенот завзема најважно место. Луѓето и животните се изложени на

делувањето на живата преку воздухот почвата и водата, а исто така преку храната. Посебно значење имаат органските. соединенија на живата: метил меркури и диметил меркури бидејќи тие подолго се задржуваат во ткивата и имаат специфично делување на централниот нервен систем. Метил - меркури соединенијата се растворливи во масти и степенот на ресорпција изнесува од 60 до 100%.

Јонот на живата е јак протоплазматичен отров. Знаците на акутното труење со овој јон се јак стоматитис, метален вкус во устата, повраќање и пролив. Хроничното труење е скоро исклучиво професионално заболување. Кај потешки форми доаѓа до воспаление на непцата и испаѓање на забите. Максималното ниво на толеранција кон живата, изнесува 2mg/gr.

### **3. Кадмиум**

Примањето на кадмиумот од растенијата зависи од бројни внатрешни и надворешни фактори. Јоните на Ca и Zn го инхибираат примањето на Cd.

Неговото примање зависи и од р.Н вредноста на почвата и концентрацијата на достапниот фосфор. Од алкалните почви и при поголема содржина на достапен фосфор, растенијата примаат помалку кадмиум. Кадмиумот примен од хранливата подлога главно се задржува во коренот. Содржината на кадмиумот во семињата на житариците, кои се одгледувани на многу контаминирани почви, не преминува повеќе од 1 mg/kg сува материја.

Толерантноста на одредени генотидови кон поголеми концентрации на Cd, пред сè, се заснива на помалиот интензитет на примање и транспорт на кадмиумот во надземните органи.

Активноста на бројни ензими нитрат редуктоза директно зависи од степенот на контаминација на растенијата со Cd. Кадмиумот ја инхибира транспирацијата, како и движењето на клетките кои го затвораат стоминиот апарат, како и растот и развојот на растенијата. Дневно човекот се проценува дека внесува од 0,2 до 0,5 mg во зависност од видот на храната. Благо симптоми на труење со кадмиум кај луѓето се манифестираат при исхрана која содржи 15 mg/kg. Кај младите животни кадмиумот го намалува растењето, предизвикува анемија, ентеропатија, хипоплазија на коскената срж, ренални

оштетувања, хипотензија и др. исто така се забележуваат проблеми во репродукцијата на некои преживари. Внесувањето на поголема концентрација може да предизвика и симптоми на недостаток на Zn, заради метаболичкиот антагонизам меѓу кадмиумот и цинкот.

#### **4. Хром**

Хромот не е неопходен елемент за растенијата. Во литературата, бројни се резултатите кои укажуваат на неговото, стимулативно делување врз местото и развојот на некои растенија. Поголеми концентрации од хром, делуваат на растенијата многу токсично.

Растенијата се карактеризираат со мала способност за акумулирање на хромот. Во тој поглед постои значителни разлики помеѓу растителните видови. На пр. акумулацијата на хром во листовите на житото е многу помалку отколку во листовите на зеленчукот. Се смета дека растенијата кои го акумулираат Fe, акумулираат и хром.

Транслокацијата на хром од коренот во надземните органи е многу спора. 98% се задржува во коренот. Примањето на хром, преку листовите и неговиот транспорт од листовите во други органи е исто така минимално.

Симптомите на зголемена концентрација на хром се манифестираат како хлороза и заостанат раст. Поголеми концентрации можат да влијаат и на ртливоста на семето, водниот режим, содржината на пигменти во хлоропластите и сл.

До денес нема податоци дали хромот има поголемо значење во исхраната на луѓето, освен што е утврдено дека спаѓа во есенцијалните елементи за метаболизам на гликозата. Орално внесени хромни соединенија слабо се ресорбираат (помалку 1%) најголем дел од внесениот. Хромот се акумулира во црниот дроб и слезенката а исто така и во коскената срж. Знаците на хроничната интоксикација со хром се јавуваат како: дерматитис и рани, надразнети респираторни патишта и карцином.

Акутната систематска интоксикација со хром е ретка а можна е ако се земаат поединечни дози поголеми од. 700mg/kg телесна маса на шествалентниот хром кај говедата и 30 до 40 mg/kg телесна маса кај телињата.

Знаците на акутната интоксикација се манифестираат со воспаление на желудникот. Максималното ниво на толеранција во храната на домашните животни за хром оксидот изнесува 300 mg/kg, а за хром хлоридот 1000 mg/kg.

- ***Санација на загадените почви со тешки метали***

Тешките метали во синџирот на исхраната, во најголем дел влегуваат преку растенијата. Затоа растенијата кои се одгледани во услови на загаденост со тешки метали не треба да се користат за исхрана на луѓето и животните.

Растителните видови се разликуваат не само по содржина, туку и по местото на акумулирање на тешките метали. Доколку сакаме да се намали внесувањето на тешки метали преку ланецот на исхраната, потребно е да се одгледуваат растенијата кои ги акумулираат во органи кои не се користат за исхрана.

Санацијата на почвите загадени со тешки метали е многу сложен и скап процес. Затоа, многу се важни превентивните мерки, кои ќе го спречат загадувањето на почвата. Содржината на достапните форми на тешки метали во почвата, може да се намали преку нивното трансформирање во помалку достапни форми за растенијата. Тоа може да се постигне со примена на поголеми дози на фосфорни ѓубрива или со промената на pH вредноста на почвата, на пример со калцификацијата на киселите почви. Во двата случаи постои опасност за растенијата неопходните метали како што се Zn, Cu и Fe да се примаат минимално, и да станат ограничувачки фактор во производство. Покрај тоа, потребно е да се истакне дека достапноста на пооделни тешки метали за растенијата, расте во кисела средина (Fe; Cu, Zn), а за некои во алкална (Mo).

На контаминираниите почви, примањето на живата од страна на растенијата може да се достапни форми за растенијата. Во случај на калцификација, при  $pH > 6,5$ , **живата** преоѓа во потешко растворливи неоргански соединенија (живин - карбонат; хидрокси карбонат), а после примената на фосфорни ѓубрива, се добива живин фосфат. Метилирањето на живата во почвата може да се намали со употреба на нитратни азотни ѓубрива.

Делувањето на хромот на растенијата не зависи само од неговата концентрација во почвата, туку и од хемиските и физичките карактеристики на

почвата, како што се pH вредноста, радиоопотенцијалот; аерираноста, влажноста, содржината на органска материја и др. Од овие карактеристики на почвата, во голема мерка зависи, достапноста на хромот за растенијата, како и степенот на неговата оксидација. Спомнатите карактеристики на почвата, може да влијаат и на степенот на оксидацијата, на хромот во почвата, а со тоа и на интензитетот на неговото примање од страна на растенијата.

Интоксикацијата со кадмиумот, односно дел од механизмите на оваа појава покажуваат метаболички антагонизми помеѓу Cd и Zn. благодарение на тоа влијанието на високи дози од кадмиум може да биде ублажено со зголемена концентрација на Zn, во почвата и храната.

И други елементи, покрај тешките метали, при поголеми концентраци делуваат токсично на растенијата на пр. As, Se и B.

Токсичноста и акумулирањето на арсенот е поголемо на кисели почви посебно при  $pH < 5$ . Со калцификацијата на киселите почви не се постигнува намалување на токсичноста на арсенот, бидејќи се добиваат тешко растворливи соединенија на арсенот. Во потешки почви потоа доаѓа до токсично делување на As, отколку на пескливи, затоа што во првите As подобро се врзува. Според некои автори за токсичноста на As, многу е важен и односот на концентрацијата на јоните на As и фосфатите. Тие се хемиски сродни заради што во многу процеси се конкурентни. На пример при однос на P и As од 4:1, се намалува чувствителноста на пченицата на повисоки концентрации As. Фосфатот ја намалува растворливоста на As во почвата, неговото примање од страна на коренот, како и транспортот во растенијата.

Акумулацијата на Se во растенијата, зависи и од хемиските и физичките особини на почвата. Примањето на Se е поинтензивно на слабо кисели и неутрални почви, отколку на алкална температура на почвата е исто така многу важна. Утврдена е негативна корелација помеѓу содржината на глина во почвата и примањето на Se и фосфатите. Со зголемувањет на употребата на фосфорни ѓубрива се зголемува концентрацијата на Se. Селенот за животните е **биоген** елемент.

Зголемените концентраци на бор, исто како и неговниот недостаток, предизвикува физиолошки и морфолошки промени кај растенијата. Дијапазонот помеѓу доволната обезбеденост на растенијата со B и прекумерните дози е мал. Токсичното делување на борот кај поделски култури, може да се

очекува кога содржината на растворливиот бор во почвата преоѓа 5 mg/kg, а недостиг, ако е под 1 mg/kg.

**Повеќето од земјоделските практики можат да доведат до намалување на квалитетот на почвите доколку не се спроведуваат како што треба (Таб. 11).**

Таб. 11 Преглед на позначајните влијанија на земјоделските практики врз почвите

Земјоделски практики		Влијанија врз почвите
Специјализација и концентрација, интензификација	Зголемување на големината на полињата, отстранување на вегетацискиот покров	Отстранување на вегетацискиот покров → ерозија на почвата Несоодветно управување → деградација на почвата
	Интензивно одгледување добиток	Растурање на органско ѓубриво со висока концентрација тешки метали → зголемување на нивна концентрација во почвата
	Интензивни култури	Загуба на органска материја во почвата → нарушување на почвената структура, биолошка активност на почвата → намалување на плодноста на почвата и нејзиниот атсорпциски капацитет → зголемена ерозија и површински истек
Ѓубрива	Животински (органски) ѓубрива (течни или цврсти)	Акумулација на тешки метали и фосфати во почвата (може да се вклучат во синцирите на исхрана) Претерана апликација → возможно локално закиселување на почвата
	Вештачки ѓубрива (N, P)	Акумулација на тешки метали → ефект на почвените микроорганизми и влез во синцирите на исхрана Претерана апликација → локална ацидификација → нарушување на поч. струк., нарушување на балансот на минерали
	Отпадни материји (тиња)	Акумулација на тешки метали и органски микрополутанти (може да се вклучат во синцирите на исхрана)
Пестициди (инсектициди, хербициди, фунгициди)		Акумулација на перзистентни пестициди и нивни деградациони продукти → контаминација и цедење во подземните води
		Употреба на пестициди со широк спектар → влијание врз почвените микроорганизми и може да засегнат или искоренат организми што не се

		цел на пестицидот
Наводнување / зафаќање на вода		Пренавлажнетост → салинизација / алкализација на почвата
		Користење на солени или бракични води за наводнување во топли климатски подрачја (висока евапорација) → зголемено таложење на соли и карбонати → возможна салинизација / алкализација
Дренирање		Оксидација на органските почви → редукција на содржината на орг. мат., ацидификација и промени на почвената структура
Механизација	Обработка, орање	Орање во правец на косина → почвена ерозија (еолска и водна)
	Употреба на тешки машини	Набивање и ерозија на почвата

#### **15.4 Деградација на пределот и биодиверзитетот (вклучително и стаништата)**

Земјоделството игра значајна улога во обликувањето на пределот. Многу природни предели го промениле изгледот и функциите со текот на долгата историја на земјоделски активности. Во рамките на тие промени најзначајни се загубите на влажни станишта и тресетишта, како и отстранување меѓните дрвја и вегетација заради интензификација на полјоделството. Покрај земјоделството, руралниот предел е под силно влијание на шумарските активности (сечење на шумите), туризмот и рекреацијата, преку развој на инфраструктура, како што се патишта, урбанизација и индустриски развој. Сите спомнати активности доведуваат до загуба на биодиверзитетот, но земјоделството има најзначајна улога.

Загубата на природни станишта комбинирани со зголемените нивоа на токсични резидуи на пестициди во животната средина има одиграно значајно влијание врз биодиверзитетот. Ефектот на пестицидите се одразува на таканаречени видови кои не се цел на апликацијата на пестициди.

Акватичниот биодиверзитет е под силно волијание на земјоделските активности не само заради загадувањето и еутрофикацијата, туку и заради канализацијата на водните текови поради дренирање и иригација.

Загубата на визуелните вредности на пределот заради интензивирање на земјоделските активности е исто така значајна карактеристика.



Подолу е даден кус преглед на главните влијанија на различните агро-технички мерки и земјоделски практики врз пределите и биодиверзитетот (Таб. 12).

Таб. 12. Преглед на позначајните влијанија на земјоделските практики врз пределите и биодиверзитетот

Земјоделски практики		Влијанија врз биодиверзитетот и пределот
Специјализација и концентрација, интензификација	Зголемување на големината на полињата, отстранување на вегетацискиот покров	Загуба на меѓната вегетација - дрва, шумички, мали водотеци и езерца → намалување на разновидноста на пределот и редукација на видовиот диверзитет Деградација на земјиштето доколку активноста не е соодветна на локалитетот
	Интензивно одгледување добиток	Изградба на силоси → променет предел
	Интензивни култури	Зголемување на димензиите на полињата, возможната потреба од консолидација на земјиштето → променет предел
Ѓубрива	Животински (органски) ѓубрива (течни или цврсти)	Возможност од загуба на станишта, сиромашни со минерални материи
	Отпадни материи (тиња)	Директна контаминација на флората и фауната со микробни агенси и хемиски материи
Пестициди (инсектициди, хербициди, фунгициди)		Возможност од инциденти со труење на диви организми (што не се цел на пестицидите)
		Загуба на станишта и извори на храна за видови што не се цел на пестицидите
		Резистентност на некои организми, цел на пестицидите
Наводнување / зафаќање на вода		Салинизација / алкализација на почвата → загуба на видови, десертификација
		Користење на солени или бракични води за наводнување во топли климатски подрачја (висока евапорација) → зголемено таложење на соли и карбонати → возможна салинизација / алкализација
Дренање		Возможна загуба на водни

		станишта и промени во флористичкиот состав во тревните екосистеми, влажни ливади и други станишта
--	--	---

## 16. Агроекологија - одржливо земјоделство - органско земјоделство

ако што беше потенцирано на почетокот, во современата земјоделска наука, агроекологијата се дефинира како одржливо земјоделство, односно се поистоветува со практиките на органското земјоделство. Општо е прифатено дека одржливото земјоделство ќе ги намали притисоците на животната средина (загадувањето и деградирањето на воздухот, водите, почвите и деградацијата и загубата на биодиверзитетот) заради одржливите практики што се применуваат во одгледување на културите и добитокот. Тоа вклучува разновидност на посевите и одржување на синџирите на исхрана во рамките на агроекосистемите (полјоделство и сточарство на една фарма), биолошка борба против “штетници”, употреба на автохтони сорти и раси отпорни на негативните влијанија на животната средина итн.

Основните принципи на агроекологијата се:

- Употреба на обновливи ресурси
- Минимизирање на токсични материи
- Зачувување на ресурсите
- Поддржување на еколошките односи
- Приспособување кон локалните услови
- Поддржување разновидност (диверзификација)
- Давање моќ на луѓето
- Управување на целиот систем
- Максимизирање на долгорочните користи
- Вреднување на здравјето (водење сметка)

Секој од овие принципи содржи одредени елементи кои треба да се спроведуваат со цел да се постигне одржливо земјоделско производство. Во понатамошниот текст е даден преглед на постапките од основните принципи.

### 1. Употреба на обновливи ресурси

- Употреба на обновливи извори на енергија наместо необновливи (фосилни горива)
- Користење биолошка фиксација на азот
- Употреба на природни материјали наместо синтетички
- Употреба на ресурси по потекло од самата фарма
- Рециклирање на минерални материи од самата фарма

### 2. Минимизирање на токсични материи

- Редуцирање или елиминирање на употребата на материјали кои можат да наштетат на животната средина или здравјето на земјоделците или потрошувачите
- Користење земјоделски практики што го редуцираат или елиминираат загадувањето на животната средина со нитрати, токсични гасови, или други материали создадени со горење или пак преоптоварување на агроекосистемите со минерални материи

### 3. Зачувување на ресурсите

- Зачувување на почвите
  - Одржување на резервите органски и минерални материи
  - Минимизирање (сведување на минимум) на ерозијата
    - Користење на повеќегодишни растенија
    - Користење на методи без или со намален “набивање”(tillage)
    - “Компостирање” (мулчирање)
- Зачувување на водите
  - Суви фарми (култури што не бараат многу вода)
  - Употреба на ефикасни системи за наводнување
- Зачувување на енергија
  - Користење на енергетски ефикасни технологии
- Зачувување на генетските ресурси
  - Чување на семиња
  - Одржување на локални сорти и раси
  - Употреба на традиционални сорти

- Штедење (зачувување на капиталот)
  - Користење на минимум заем од банка
  - Намалување на трошоците

#### 4. Поддржување на еколошките односи

- Повторно воспоставување на природните еколошки односи наместо да се врши нивно редуцирање и упростување
- Управување со “штетници”, болестите и плевели наместо нивно “контролирање”
- Користење на комбинирани посеви и “прекриени” посеви
- Интегрирање на сточарството
- Унапредување на корисните организми
  - Во почвата
    - микориза
    - *Rizobium*
    - слободни форми азотофиксатори
  - Корисни инсекти
    - Обезбедување рефугиуми за корисните инсекти
    - Унапредување на корисните популации преку одгледувачки програми и пуштање во природа
  - Рециклирање на хранливите (минералните) материи
    - Промена од линиско произведување на храната до рециклирање на истата
    - Враќање на остатоците од приносите и органските ѓубрива во почвата
    - Кога ќе биде неопходен надворешен внес, максимално користење преку нивно рециклирање
  - Минимизирање на нарушувањата
    - Користење на методи без или со намалена обработка - (“tillage”)
    - Примена на влажна слама како заштитна покривка (мулчирање)
    - Примена на повеќегодишни култури

#### 5. Прилагодување кон локалните средини

- Прилагодување на посевите и практиките кон продуктивните потенцијали и физички ограничувања во пределот на фармата
- Адаптирање на организмите
  - Давање предност на адаптирањето на раститенијата и животните кон еколошките услови на фармата отколку изменување на фармата за потребите на посевите и добитокот

## 6. Поддржување разновидност (диверзификација)

- Предели
  - Одржување на ненарушените подрачја како пуферни зони
  - Примена на контурна и лентовидна обработка - плодород ("tillage")
  - Одржување на рипариски пуферни зони
  - Примена на ротациски напасување
- Организми
  - Комбинирани посеви
  - Ротирање на посевите
  - Мултикултури
  - Интеграција на добитокот во системот
  - Употреба на разновидни видови култури и добиток на фармите
  - Употреба на разновидни раси и сорти животни и култури на фармите
- Економија
  - Избегнување зависност од одделни приноси/продукти
  - Користење на алтернативни пазари
    - Пазари за "органски" производи
    - "Земјоделство поддржано од заедницата" (CSA)
    - Сопствен избор на маркетинг
  - Додадена вредност на земјоделските производи
    - Процесирање (индустриско) на храната пред изнесување на пазар
  - Изнаоѓање на алтернативна заработувачка
    - Агротуризам
  - Избегнување на зависност од надворешни стимулативни мерки (пари)
  - Користење на разновидни култури заради обезбедување на разновидност во сезонското производство преку цела година

## 7. Давање моќ на луѓето

- Осигурување дека локалното население го контролира својот развоен процес
- Користење разновидно знаење
- Провирање на повеќестран трансфер на знаења, спротивен на “top-down” трансфер на знаења
  - Обучувајќи експерти и фармери за размена на знаење без омаловажување на човечките познавања.
- Учество во развој на антропоцентричноста
- Зголемување на учеството на фармерите
  - Поврзување на фармерите со потрошувачите
- Зајакнување на општините
  - Поттикнување на локалното партнерство помеѓу локалното население и развојните групи. Осигурување на еднаквост за понатамошните генерации.
- Загарантирана земјоделска работна сила
  - Осигурување подеднаква поделба на трудот
- Изучување на принципите за агроекологија и одржливост

## 8. Управување на целиот систем

- Употреба на процеси за планирање кои потенцираат различни оценки на агроекосистемите.
  - Предела
  - Домакинства
  - Фарми
  - Заедници
  - Биорегиони
  - Нации
- Минимизирање на влијанијата на соседните екосистеми

## 9. Максимизирање на долгорочни бенефиции

- Максимизирање на интергенералните бенефиции, не само годишниот профит.

- Максимизирање на животниот век и квалитетот на животот во руралните средини.
- Подржување на генералниот трансфер
- Употреба на долгорочни стратегии
  - Развој на планови кои може да се прилагодат и повторно да се проценат со тек на времето.
- Вметнување на долгорочна одржливост во целокупниот дизајн и менаџмент на агроекосистемот
- Обезбедување на почвена плодност во поголем временски период.
  - Обезбедување на почвена органска материја
- Додадена вредност на земјоделските производи

#### 10. Вреднување на здравјето

- Човеково здравје
- Поволна состојба на културната средина
- “Поволна состојба на животната средина”
  - Приоритет на вреднувањето на поволната состојба на екосистемите во споредба со резултатот од производството во однос на одредена сезона или култура.
  - Елиминиција на загадување на животната средина од токсични материји или вишок на минерални материји.
- Здравје на добитокот
- Здравје на растителните култури

### **Литература:**

1. Колева-Гудева Л. (2010). Физиологија на растенија. Земјоделски факултет, Универзитет „Гоце Делчев“ – Штип, 2010.
1. Меловски Љ. (2007). Екологија на антропогените екосистеми. Институт за биологија, Природно-математички факултет, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ – Скопје, (интерен материјал), 2007.
2. Михајлов Љ. (2008). Интерна скрипта од предавања по Растителна екологија и фитоценологија. Земјоделски факултет, Универзитет „Гоце Делчев“ – Штип, 2008.
3. Мулев М. (2003). Екологија на растенија. „Алфа 94“ Скопје, 2003.
4. Мулев М. (1997). Заштита на животната средина. „Ворлдбук“ Скопје, 1997.